

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBOLOUX

TOME XXII, Nos 1-2.

1954

BULLETIN
DE
L'INSTITUT AGRONOMIQUE
ET DES
STATIONS DE RECHERCHES
DE
GEMBOLOUX



IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES



Sommaire

IN MEMORIAM. — Lepoutre, L. †.

BONNET, J. et COPPENS, R. — L'absorption des éléments nutritifs par le houblon	3
DEMORTIER, G., RIGA, A., DARCHEVILLE, M., FOUARGE, J., et SACRE, E. — Le développement des boutures de <i>Populus Robusta</i> , Schneid en fonction du rapport — Mg	10
DERENNE, P. — Au sujet des chromosomes sexuels du houblon	18
MANIL, G. et DELECOUR, F. — Comparaison de deux méthodes d'analyse granulométrique avec emploi d'échantillons de terre reconstituée	24
NISEN, A. — Le verre, matériau de construction en horticulture. Premiers résultats de quelques essais	32
PECROT, A. et AVRIL, P. — Les sols ardennais. I. Etude morphologique et générale des sols bruns acides et des sols podzoliques du plateau de Saint-Hubert	52
PIRAUX, E., JAMOTTE, P., LHEUREUX, F. et LACROSSE, R. — Evolution comparée de l'indice de peroxyde dans les beurres conservés à diverses températures. Peut-on y trouver les éléments d'un test d'aptitude à la conservation ?	76
TURBANG, J. — Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne en Lorraine belge	90
DEMORTIER, G. — Observations météorologiques de l'année 1953	134
VANDERWALLE, R. — Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat, pendant l'année 1953	142
Note. — DERENNE, P. — Application du test du chlorure de 2. 3. 5 — triphényltetrazolium aux plantules de céréales endommagées par le froid	155
Bibliographie	157
Livres reçus	158
Communiqués — C.O.C.O.B.R.O.	162
XIV ^e Congrès international d'horticulture	164

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an. Toutefois, provisoirement, le nombre des livraisons a dû être limité.

Le prix de l'abonnement est de 175 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux n° 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent volume : 90 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin*.

a) Le *Bulletin* sera envoyé en échange des publications similaires des Etablissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.

b) Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Bibliographie ».

Toute reproduction des articles parus dans le *Bulletin* est strictement interdite, sauf autorisation du Comité de Rédaction.

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBOLOUX

TOME XXII, N^{os} 1-2.

1954

BULLETIN
DE
L'INSTITUT AGRONOMIQUE
ET DES
STATIONS DE RECHERCHES
DE
GEMBOLOUX



IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES

Louis LEPOUTRE

1879-1954



Le 11 juillet, décédait à Ahin le Professeur émérite Louis LEPOUTRE, Recteur honoraire de l'Institut Agronomique.

Très nombreux furent ses collègues, amis et anciens élèves qui tinrent à assister à ses funérailles, au cours desquelles, le professeur HESPEL, Recteur de l'Institut, fit l'éloge funèbre de cette noble figure.

Le Bulletin se fait un devoir de reproduire les passages principaux du discours de M. le Recteur Hespel.

Les institutions ont la valeur de ceux qui les ont conçues, qui en ont guidé les pas, qui ont veillé sur leur épanouissement avec une claire vision

et la volonté d'abattre les obstacles que l'indifférence, la bêtise et l'hostilité dressent devant elles.

Indifférents à l'égoïsme ou à la prétention de certains, ne confondant jamais l'intérêt des œuvres avec celui des exécutants, l'esprit et l'espérance tendus vers l'objectif à atteindre, tels sont ceux que l'histoire rappelle dans l'évolution et l'élévation de tout ce qui est sorti du génie des hommes.

Moi qui t'ai entièrement connu, mon cher Lepoutre, pendant 45 ans, dans ta vie privée comme dans ta vie publique, qui ai souvent partagé tes espoirs, tes satisfactions et parfois, hélas, tes désillusions, qui ai quelquefois lutté tout à tes côtés pour réaliser ensemble les légitimes espérances de nos cœurs confondus en faveur de notre cher Institut, je dis à l'heure suprême où tu nous quittes, que tu as bien mérité de l'objet de ton affection. C'est en songeant à toi que j'invoquais tantôt le rôle déterminant dévolu à certains dans toute œuvre humaine.

Relater l'histoire de l'Institut Agronomique de Gembloux pendant le demi-siècle se terminant en 1949, lorsque tu fus admis à l'éméritat, c'est raconter à tout moment l'objectif de tes efforts se confondant avec ceux d'une pléiade d'autres hommes dévoués dont plusieurs nous sont encore heureusement conservés.

Louis Lepoutre naquit à Bas-Warneton, le 21 août 1879. Il fit ses études à l'Institut Agronomique de Gembloux, où il obtint le grade d'ingénieur agricole, en 1900 et celui d'ingénieur des industries agricoles, en 1901, avec la plus grande distinction.

A sa sortie de l'Institut, il obtint une bourse de voyage et il fit un séjour d'un an en France, notamment à l'Ecole vétérinaire d'Alfort où il se spécialisa en anatomie et suivit aussi l'enseignement du professeur Nocard sur les maladies contagieuses. Il visita la Normandie et publia une *Etude sur la race bovine normande*.

Restant, dans la suite, en excellents rapports avec le professeur Dechambre, il l'assista à l'Ecole d'Agriculture de Grignon, pendant la guerre 1914-1918.

Lepoutre séjourna aussi à Bonn, auprès du Professeur Kellner, fameux bromatologiste. Formé ainsi à l'exigeante rigueur de la science de la physiologie de l'alimentation par ce précurseur et grand maître, cette science eut ses prédilections, il insistait volontiers dans son enseignement sur certains chapitres, notamment celui de la calorimétrie qui avait retenu son attention dans les laboratoires de Kellner, expérimentateur habile, dont il rappelait volontiers le souvenir, par exemple à l'occasion de la séance de rentrée de 1936, où il parla de « Quelques aspects du problème de l'alimentation ».

Sa spécialisation en chimie, par ses études dans la section des Industries Agricoles, devait le servir à souhait pour l'enseignement des chapitres relevant de la chimie physiologique et de la chimie de la nutrition.

De ses contacts avec des personnalités éminentes il se souvint sans doute au moment où il publia « *Contribution à l'étude de l'influence de la mulsion sur la composition du lait* » ; « *Recherches sur la transformation expérimentale des bactéries banales en races parasites des plantes* », « *Expériences sur l'influence des solutions salines concentrées sur les propriétés de la levure de bière* », et plus tard lorsque, en collaboration avec son fidèle ami et collègue, M. le professeur MARCQ, et M. DEVUYST, son assistant, il publia des études intitulées : « *Analyse biologique des rations* » et « *Valeur alimentaire comparée de levure extraite et non extraite* ». Il fit aussi éditer son « *Cours d'anatomie* » pour faciliter le travail de ses étudiants.

C'est parce que Lepoutre avait fait montre, au cours de ses études, de qualités innées pour l'enseignement, il fut en effet premier de sa promotion, qu'il obtint, en 1903, 2 ans après la fin de ses études, sa première nomination en qualité d'assistant à l'Institut qui l'avait formé.

En 1910, il fut nommé professeur agrégé, puis professeur extraordinaire, en 1916, et professeur ordinaire, en 1922, de bromatologie, d'anatomie et de physiologie animales. De 1941 à 1947, il occupa le poste de Recteur. Je puis affirmer, sa digne épouse me le rappelait de ces jours, que cette désignation fut le plus bel événement de sa vie. Il avait craint, douloureusement parfois, que le hasard des successions rectorales ne lui permette d'occuper jamais cette dignité. Je fus le premier à apprendre sa nomination; je lui télégraphiai et il pleura en lisant ma communication, car il allait plus encore pouvoir manifester par des actes l'amour qu'il vouait à son Institut. Un acte marquant de son Rectorat fut le vote de la loi du 27 juin 1947 attribuant le caractère de grade académique aux titres conférés par les Instituts Agronomiques.

Une autre réalisation importante datant de son rectorat fut la réorganisation des études agronomiques coloniales faisant l'objet de l'arrêté du Régent du 20-11-1946.

En 1949, Lepoutre fut admis à l'éméritat, après une carrière de 46 ans.

Lepoutre est Chevalier du Mérite agricole de France, Officier de l'Ordre de Léopold, Commandeur de l'ordre de la Couronne, Détenteur de la Croix Civique de 1^{re} Classe; étant Recteur, il fut membre des conseils d'administration du Fonds national de la recherche scientifique et de

l'Institut pour l'Encouragement à la Recherche scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture.

Comme professeur, notre ami avait la passion de la précision des termes et exigeait cette même qualité des étudiants. C'est dans ce but qu'il traçait au tableau de magnifiques schémas dont tous ses disciples se souvenaient avec admiration.

Sa finesse d'esprit lui permettait de donner à ceux-ci, sous une forme attrayante, de précieux conseils pour leurs études, et cela dès le début de ses cours. A cette occasion, il arrivait même que la leçon prenait une sorte d'envolée qui entraînait tout l'auditoire, tant elle était pleine de saillies et d'humour et riche de souvenirs et d'idées.

Connaissant l'excellence de son jugement, de nombreux étudiants venaient le consulter en son bureau, pour les mobiles les plus variés et en sortaient toujours réconfortés. C'était un homme de cœur, accueillant, avec qui on se sentait à l'aise, grâce à sa simplicité, sa bonhomie, son égalité d'humeur, son joyeux entrain, sa sollicitude pour les jeunes.

Chacun de nous était convaincu que jamais un mobile intéressé ne guidait l'activité de notre collègue. C'est pourquoi, il jouissait d'une considération unanime pour sa carrière droite, sans compromission ni faiblesse, détournant ses regards des petites humanités. L'esprit de coterie, l'envie, les rivalités mesquines lui étaient inconnus. Ses opinions concernant les personnes étaient dictées par le respect de la justice. Il défendait ce qu'il croyait être la vérité ou le droit, s'abstenant toujours d'user de termes blessants. Fin de journée, il aimait converser de choses et autres très familièrement et on devinait le souci permanent de la bonne marche de l'Institut auquel il était profondément attaché.

Repose en paix, cher ami. Sur cette terre tu fus courageux, bon et généreux. Ton souvenir sera pour nous un exemple. Tes collègues, tes anciens étudiants t'adressent leur suprême et solennel adieu.

Que notre estime allège la douleur de celle qui fidèlement partagea ta vie et sur qui nous reportons toute notre affection.

Ce discours, prononcé d'une voix émue, par M. le Recteur Hespel, fut suivi de l'hommage rendu au regretté défunt, par M. Charliers, Président de l'Association générale des Ingénieurs sortis de l'Institut agronomique de Gembloux.

CHAIRE DE TECHNOLOGIE

L'absorption des éléments nutritifs par le Houblon ⁽¹⁾

par

J. BONNET et R. COPPENS.

*Travail exécuté sous les auspices de l'Institut pour l'Encouragement
de la Recherche Scientifique pour l'Industrie et l'Agriculture
(I. R. S. I. A.) et de l'Institut National Belge du Houblon.*

Nous avons procédé en 1950 et 1952 aux analyses et observations concernant les variétés de Houblon produites par l'I.N.B.H. (2).

RECOLTE 1950

Analyse des plantes séchées à 35-40°.

Variétés et date de récolte	Poids de la plante après dessica- tion en grs.	Humi- dité restante %	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Kent</i>							
12 Juin	162	5.48	3,95	1.05	2.26	0.77	4.05
3 Juillet	533	10.40	3.25	0.82	3.11	0.64	3.45
17 Juillet	650	12.65	3.10	0.84	5.10	0.82	3.40
31 Juillet	1014	10.70	3.14	1.01	3.44	0.81	3.55
14 Août	1663	10.50	2.75	1.34	3.32	0.72	3.15
28 Août	1704	8.84	2.32	0.99	2.46	0.38	2.75

(1) Déposé à la rédaction le 3 avril 1954.

(2) Voir publications antérieures : Bières et Boissons : 24 janvier 1942; 12 décembre 1942; 5 août 1944. Bull. de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches Gembloux : Tome XIV, nos 1 à 4, 1945 et Tome XVIII nos 1 - 2, 1950.

Variétés et date de récolte	Poids de la plante après dessiccation en grs.	Humidité restante %	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Hybride 5/69</i>							
12 Juin	111	6.03	3.37	1.0	1.95	0.50	4.05
3 Juillet	508	11.10	3.74	0.94	3.85	0.75	4.40
17 Juillet	945	11.30	3.10	0.73	3.23	0.74	4.45
31 Juillet	1400	11.57	2.82	0.88	2.80	0.57	3.85
14 Août	1306	9.68	2.64	1.04	3.17	0.82	3.23
28 Août	1922	10.02	2.33	0.73	3.17	0.52	2.35
<i>Tett nang</i>							
12 Juin	187	5.35	3.82	0.90	2.19	0.59	4.02
3 Juillet	727	8.10	3.42	0.86	2.84	0.66	4.40
17 Juillet	1135	14.28	3.68	0.92	4.72	0.94	5.20
31 Juillet	1579	9.43	2.69	1.04	3.08	0.80	4.40
14 Août	1435	10.43	3.22	1.24	2.63	0.74	4.55
28 Août	2110	9.82	2.44	1.07	2.85	0.58	4.20
<i>Hallertau VN. 14</i>							
12 Juin	245	5.24	3.40	1.06	2.98	0.79	4.52
3 Juillet	773	10.27	3.39	0.86	3.12	0.72	4.25
17 Juillet	1196	12.25	3.18	0.81	3.60	0.87	3.80
31 Juillet	1530	11.58	2.69	0.97	3.45	0.60	3.35
14 Août	1900	10.02	2.64	1.22	3.32	0.66	4.20
28 Août	2339	9.30	2.32	1.06	2.47	0.52	3.85
<i>Hallertau Wambacq</i>							
12 Juin	310	6.95	3.51	1.02	1.85	0.56	5.02
3 Juillet	657	9.20	3.64	0.93	3.38	0.74	4.75
17 Juillet	1255	12.21	3.06	1.07	3.30	0.67	4.30
31 Juillet	1877	10.55	2.80	0.99	3.15	0.61	3.70
14 Août	2028	10.97	2.66	1.21	3.76	0.74	3.20
28 Août	1967	9.45	2.25	0.99	2.93	0.47	2.63
<i>Fuggles</i>							
12 Juin	155	5.65	4.10	1.26	1.60	0.72	4.20
3 Juillet	727	6.48	3.72	0.86	2.75	0.80	4.80
17 Juillet	1079	12.67	3.39	0.97	4.70	0.98	4.60
31 Juillet	1520	9.80	2.94	1.26	3.40	1.28	4.00
14 Août	2083	11.25	2.42	0.96	2.83	0.82	3.65
28 Août	1538	9.66	2.32	0.78	2.40	0.52	2.83
<i>Fuggles Poperinge</i>							
14 Juin	185	10.25	3.61	0.88	3.53	0.77	4.10
17 Juillet	753	10.32	3.68	0.92	3.60	0.60	3.90
1 Août	811	11.25	2.86	1.15	3.69	0.86	4.25
1 Septembre	1160	10.12	2.42	0.73	3.05	0.59	3.70

En ramenant les chiffres précédents en pour cent de matière sèche, nous obtenons les valeurs suivantes :

Variétés et date de récolte	Poids de la M.S. de la plante en gr.	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Kent</i>						
12 Juin	153	4.18	1.12	2.39	0.81	4.28
3 Juillet	475	3.64	0.92	3.47	0.71	3.85
17 Juillet	576	3.56	0.96	5.85	0.94	3.90
31 Juillet	905	3.52	1.13	3.86	0.91	3.98
14 Août	1489	3.08	1.47	3.70	0.80	3.52
28 Août	1551	2.54	1.08	2.70	0.42	3.02
<i>Hybride 5/69</i>						
12 Juin	104	3.58	1.06	2.07	0.53	4.30
3 Juillet	451	4.22	0.90	4.35	0.84	4.85
17 Juillet	839	3.49	0.82	3.64	0.82	5.02
31 Juillet	1238	3.20	1.00	3.18	0.65	4.36
14 Août	1178	2.93	1.15	3.52	0.91	3.58
28 Août	1725	2.60	0.81	3.53	0.58	2.62
<i>Tettnang</i>						
12 Juin	178	4.08	0.96	2.34	0.63	4.28
3 Juillet	668	3.74	0.94	3.09	0.72	4.78
17 Juillet	975	4.29	1.07	5.50	1.10	6.07
31 Juillet	1394	2.98	1.15	3.40	0.88	4.86
14 Août	1285	3.59	1.38	2.94	0.80	5.08
28 Août	1935	2.69	1.18	3.15	0.64	4.64
<i>Hallertau VN.14</i>						
12 Juin	232	3.59	1.12	3.15	0.83	4.78
3 Juillet	696	3.78	0.96	3.48	0.80	4.74
17 Juillet	1049	3.62	0.92	4.11	0.99	4.34
31 Juillet	1341	3.41	1.15	3.92	0.68	3.79
14 Août	1710	2.94	1.35	3.69	0.73	4.67
28 Août	2119	2.56	1.17	2.73	0.57	4.24
<i>Hallertau Wambacq</i>						
12 Juin	278	3.18	1.10	1.99	0.60	5.40
3 Juillet	597	4.01	1.02	3.72	0.81	5.23
17 Juillet	1098	3.49	1.22	3.76	0.76	4.90
31 Juillet	1677	3.13	1.11	3.52	0.68	4.14
14 Août	1870	2.99	1.35	4.23	0.83	3.48
28 Août	1781	2.48	0.92	3.24	0.52	2.90
<i>Fuggles</i>						
12 Juin	146	4.34	1.34	1.70	0.76	4.45
3 Juillet	679	3.95	0.92	2.94	0.86	5.15
17 Juillet	940	3.88	1.11	5.37	1.12	5.96
31 Juillet	1371	3.26	1.40	3.78	1.42	4.40
14 Août	1870	2.73	1.07	3.20	0.93	3.74
28 Août	1388	2.57	0.87	2.66	0.58	3.16

Variétés et date de récolte	Poids de la M.S. de la plante en gr.	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Fuggles-Poperinge</i>						
14 Juin	166	4.02	0.98	3.94	0.86	4.57
17 Juillet	672	4.12	1.03	4.02	0.67	4.36
1 Août	721	3.23	1.29	4.16	0.97	4.79
1 Septembre	1041	2.69	0.81	3.40	0.66	4.12

Poids en grammes et par plante, de chaque élément enlevé au sol.

Variétés et date de récolte	Matière sèche	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Kent</i>						
12 Juin	153	6.39	1.71	3.65	1.24	6.55
3 Juillet	475	17.29	4.37	16.48	3.37	18.22
17 Juillet	576	20.50	5.62	33.89	5.41	22.46
31 Juillet	905	31.85	10.22	34.93	8.32	36.02
14 Août	1489	45.86	21.89	55.09	11.91	52.41
28 Août	1551	37.82	16.08	40.20	6.25	44.96
<i>Hybride 5/69</i>						
12 Juin	104	3.72	1.10	2.15	0.55	4.47
3 Juillet	451	19.03	4.05	19.62	3.79	21.87
17 Juillet	839	29.28	6.88	30.54	6.88	42.11
31 Juillet	1238	39.61	12.38	39.36	8.04	53.97
14 Août	1178	34.51	13.54	41.46	10.72	42.17
28 Août	1725	44.85	13.97	60.89	10.00	45.19
<i>Tettwang</i>						
12 Juin	178	7.26	1.71	4.16	1.12	7.62
3 Juillet	668	24.98	6.28	20.64	4.81	31.93
17 Juillet	975	41.82	10.43	53.62	10.72	59.18
31 Juillet	1394	41.54	16.03	47.39	12.26	67.74
14 Août	1285	46.13	17.73	37.78	10.28	65.28
28 Août	1935	52.05	22.83	60.95	12.38	89.78
<i>Hallertau VN. 14</i>						
12 Juin	232	8.32	2.60	7.31	1.92	11.09
3 Juillet	696	26.31	6.68	24.22	5.57	32.99
17 Juillet	1049	37.97	9.65	43.11	10.38	45.52
31 Juillet	1341	45.73	15.42	52.56	9.11	50.82
14 Août	1710	50.27	23.08	63.10	12.48	79.85
28 Août	2119	54.24	24.79	57.85	12.08	89.84
<i>Hallertau-Wambach</i>						
12 Juin	278	8.84	3.06	5.53	1.67	15.01
3 Juillet	597	23.94	6.09	22.20	4.83	31.22
17 Juillet	1098	38.32	13.39	41.28	8.34	53.80
31 Juillet	1677	52.49	18.61	59.03	11.40	69.42
14 Août	1870	55.91	25.24	79.10	15.52	65.07
28 Août	1781	44.16	16.38	57.70	9.26	51.65

Variétés et date de récolte	Matière sèche	azoté %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Fuggles</i>						
12 Juin	146	6.33	1.95	2.48	1.11	6.49
3 Juillet	679	26.82	6.24	19.96	5.84	34.97
17 Juillet	940	36.47	10.43	50.48	10.53	49.44
31 Juillet	1371	44.69	19.19	51.82	19.47	60.32
14 Août	1870	51.05	20.00	59.84	17.39	69.94
28 Août	1388	35.67	12.07	36.92	8.05	43.86
<i>Fuggles Poperinge</i>						
14 Juin	166	6.67	1.62	6.54	1.42	7.58
17 Juillet	672	27.68	6.92	27.01	4.50	29.30
1 Août	721	23.29	9.30	29.99	6.99	34.53
1 Septembre	1041	28.00	8.43	35.39	6.87	42.89

RECOLTE 1952

Variétés et date de récolte	Poids de la plante après dessiccation en grs.	Humidité restante	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Tett nang</i>							
9 Juin	74	13.89	3.59	1.20	2.55	0.64	2.77
16 Juin	116	13.38	3.48	1.26	2.91	0.61	2.69
23 Juin	177	14.17	3.47	1.10	2.79	0.66	2.91
7 Juillet	597	12.69	2.88	0.98	2.72	0.61	2.59
22 Juillet	1134	10.36	2.88	0.76	3.07	0.92	3.22
4 Août	1103	10.54	2.33	0.76	2.83	0.64	3.04
11 Août	1147	10.57	2.13	0.76	2.56	0.87	3.11
25 Août	1767	11.	2.24	0.75	2.91	0.45	2.81
13 Septembre	1918	10.98	1.93	0.69	2.52	0.41	2.51
18 Septembre	1778	11.45	2.61	0.88	3.58	0.49	3.27
<i>Hallertau</i>							
9 Juin	99	12.22	3.57	1.34	3.43	0.64	3.76
16 Juin	158	13.	3.37	1.16	2.64	0.59	4.21
23 Juin	162	14.08	3.07	1.02	2.98	0.62	4.01
7 Juillet	493	13.09	3.	0.81	2.96	0.62	3.70
22 Juillet	603	10.93	2.79	0.76	3.02	0.95	3.01
4 Août	1072	10.21	2.14	0.81	2.78	0.48	2.67
11 Août	1073	10.52	2.34	0.75	2.78	0.50	3.09
25 Août	1194	10.82	2.60	0.82	3.64	0.48	3.15
13 Septembre	1216	10.24	1.44	0.66	3.27	0.33	3.20
18 Septembre	13.15	10.49	2.35	0.78	3.51	0.41	3.06

En ramenant les chiffres précédents en pour cent de matière sèche nous obtenons les valeurs suivantes :

Variétés et date de récolte	Poids de la M.S. de la plante en gr.	Azote %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %
<i>Tettnang</i>						
9 Juin	63.7	4.17	1.39	2.96	0.74	3.22
16 Juin	100.5	4.01	1.45	3.36	0.70	3.10
23 Juin	151.9	4.04	1.28	3.25	0.77	3.39
7 Juillet	521.2	3.29	1.12	3.11	0.69	2.96
22 Juillet	1016.5	3.21	0.84	3.42	1.02	3.59
4 Août	986.7	2.60	0.85	3.16	0.73	3.39
11 Août	1025.8	2.38	0.85	2.86	0.97	3.47
25 Août	1572.6	2.51	0.84	3.27	0.50	3.15
13 Septembre	1707.4	2.16	0.77	2.83	0.46	2.82
18 Septembre	1574.4	2.94	0.99	4.04	0.54	3.69
<i>Hallertau</i>						
9 Juin	87.	4.06	1.52	3.90	0.72	4.27
16 Juin	137.5	3.87	1.33	3.03	0.67	4.84
23 Juin	139.2	3.57	1.18	3.46	0.72	4.66
7 Juillet	428.5	3.45	0.93	3.40	0.71	4.25
22 Juillet	537.1	3.13	0.85	3.39	1.06	3.38
4 Août	962.6	2.38	0.90	3.10	0.53	2.97
11 Août	960.1	2.62	0.84	3.11	0.56	3.45
25 Août	1064.8	2.92	0.92	4.08	0.53	3.53
13 Septembre	1091.5	1.60	0.73	3.64	0.37	3.56
18 Septembre	1177.	2.62	0.87	3.92	0.46	3.42

Poids en grammes et par plante, de chaque élément enlevé au sol.

Variétés et date de récolte	Matière sèche	Azote	P ₂ O ₅	CaO	MgO	P ₂ O ₅
<i>Tettnang</i>						
9 Juin	63.7	2.66	0.88	1.88	0.47	2.05
16 Juin	100.5	4.03	1.46	3.37	0.70	3.11
23 Juin	151.9	6.13	1.94	4.93	1.17	5.15
7 Juillet	521.2	17.15	5.83	16.21	3.59	15.43
22 Juillet	1016.5	32.63	8.54	34.76	10.36	36.49
4 Août	986.7	25.65	8.38	31.18	7.20	33.45
11 Août	1025.8	24.41	8.72	29.33	9.95	35.59
25 Août	1572.6	39.47	13.21	51.42	7.86	49.53
13 Septembre	1707.4	36.88	13.15	48.32	7.85	48.15
18 Septembre	1574.4	46.28	15.58	63.60	8.50	58.09
<i>Hallertau</i>						
9 Juin	87.	3.53	1.32	3.39	0.62	3.71
16 Juin	137.5	5.31	1.83	4.16	0.92	6.65
23 Juin	139.2	4.97	1.64	4.81	1.00	6.48
7 Juillet	428.5	14.78	3.98	14.56	3.04	18.21
22 Juillet	537.1	16.81	4.56	18.20	5.69	18.15
4 Août	962.5	22.91	8.66	29.84	5.10	28.59
11 Août	960.1	25.15	8.06	29.86	5.87	33.12
25 Août	1064.8	31.09	9.79	43.44	5.64	37.58
13 Septembre	1091.5	17.46	7.97	39.73	4.04	38.85
18 Septembre	1177.	30.84	10.24	46.14	5.41	40.25

Les observations de 1950 et 1952 confirment celles des années antérieures.

Sur la base de 3000 plants à l'hectare, le houblon a enlevé les quantités suivantes par hectare et en kilos :

Variétés	Azote	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O
<i>Kent</i>					
1949	113.5	33.2	132.	25.	169.5
1950	113.5	38.2	120.6	18.8	134.9
Moyenne	113.5	35.7	126.3	21.9	152.2
<i>Hybride 5/69</i>					
1946	121.8	34.	163.2	—	170.3
1949	79.3	27.6	78.6	13.1	94.7
1950	134.5	41.9	182.7	30.	135.6
Moyenne	111.9	34.5	141.5	21.5	133.5
<i>Tettnang</i>					
1949	114.8	33.7	143.8	26.3	145.7
1950	156.1	68.5	182.8	37.1	269.3
1952	138.8	146.7	190.8	25.5	174.3
Moyenne	136.6	49.6	172.4	29.6	196.4
<i>Hallertau</i>					
1941	87.5	34.5	117.5	—	89.
1943	85.2	22.	94.3	—	72.2
1945	71.	21.	118.	—	77.
1946	86.2	32.9	75.	—	104.4
1949	89.2	32.4	95.7	16.2	109
1952	92.5	30.7	138.4	16.2	120.7
Moyenne	85.3	28.9	106.5	16.2	95.4
<i>Hallertau-Wambacq</i>					
1949	121.3	42.5	138.1	23.6	175.4
1950	132.5	49.1	173.1	27.8	154.9
Moyenne	126.9	45.8	155.6	25.7	165.1
<i>Fuggles INBH</i>					
1949	159.6	39.5	201.5	41.8	174.
1950	107.	36.2	110.7	24.1	131.6
Moyenne	133.3	37.8	156.1	32.9	152.8
<i>Fuggles Poperinge</i>					
1949	68.2	21.	111.	19.7	92.1
1950	84.	25.3	106.2	20.6	128.7
Moyenne	76.1	23.1	108.6	20.1	110.4

Le développement des boutures
de *Populus Robusta*, Schneid.
en fonction du pH et du rapport $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$ (*)

par

G. DEMORTIER,
A. RIGA,
M. DARCHEVILLE,

J. FOUARGE,
E. SACRE.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les plantes ont végété dans un mélange d'un sol limoneux originellement très acide et de sable bruxellien.

La composition granulométrique de l'ensemble était, en pour cent de la terre sèche :

Particules inférieures à 2 microns	:	6,61
Particules de 2 à 10 microns	:	5,65
Particules de 10 à 20 microns	:	3,78
Particules de 20 à 50 microns	:	3,93
Particules de 50 à 100 microns	:	13,86
Particules de 100 à 200 microns	:	2,93
Particules de 200 à 500 microns	:	4,95
Particules de 0,5 à 1 mm	:	57,06
Particules de 1 à 2 mm	:	1,23

Ce sol est très pauvre en tous les éléments, son pH (H₂O) était de 4,48 (Détermination au pH mètre — électrode de verre).

Dans tous les vases de 12 Kgs de terre expérimentés, ont été incorporés :

— 3,4 g d'azote nitrique (NaNO₃)
dont 1,7 g à la préparation des vases
et 1,7 g après un mois de végétation

(*) Déposé à la rédaction le 13 février 1953.

- 2,55 g de P_2O_5 sous forme d'un mélange de phosphates potassiques.
- 2,55 g de K_2O

Cette fumure a été adoptée après différents essais d'orientation exécutés antérieurement.

La réaction du sol (pH).

Le sol originellement très acide : pH (H₂O) : 4,5 fut maintenu à ce niveau pour la première série de vases.

Dans la deuxième série, il fut incorporé au sol 4,465 g de CaCO_3 chimiquement pur.

Le pH du filtrat fut compris entre 6,5 et 7,0.

Tandis que la troisième série recevait 8,930 g de CaCO_3 , son pH (H_2O) était voisin de 8.

$$\text{Le rapport } \frac{\text{Ca} \cdot \cdot}{\text{Mg} \cdot \cdot}.$$

Dans chacune de ces séries que nous désignons respectivement par
 pH : 4,5 pH : 7 et pH : 8
 nous avons fait varier le rapport $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$ en introduisant dans les vases

expérimentées des quantités variables et calculées de CaSO_4 , 2 aq. et MgSO_4 , 7 aq. (Subdivision SO''_4) et de CaCl_2 et MgCl_2 (Subdivision Cl') en tenant compte, naturellement, des quantités de CaCO_3 apportées dans les séries de pH : 7 et de pH : 8.

Ces rapports $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$ ont varié de l' ∞ (pas de Mg^{++}) à $\frac{1}{1}$ en passant par $\frac{20}{1}$, $\frac{10}{1}$ et $\frac{5}{1}$.

Pour chacun de ces rapports, 4 vases (répétitions) ont été employés. L'expérience comportait ainsi un total de 120 vases.

LES BOUTURES

Elles furent prélevées sur des pousses d'un an de boutures recepées de *Populus robusta* Schneid éduquées dans les pépinières de l'Union Allumettière à Léau.

La longueur a été pour la plus grande majorité de 15 cm.

LES CONDITIONS DE VEGETATION

Le bouturage a été effectué sur sable à gros grains, maintenu constamment humide par de fréquents arrosages.

L'introduction dans le sable fut exécutée le 28 avril.

Le 23 mai, les racines avaient atteint un degré de développement suffisant pour permettre leur repiquage à raison d'une bouture par pot.

Au cours de leur période de végétation, les plantes n'ont jamais souffert de la sécheresse. Chaque jour, elles ont reçu une quantité d'eau suffisante pour atteindre le pouvoir rétentif maximum pour l'eau du sol étudié.

L'excès d'eau, passant au travers d'un filtre placé à la partie inférieure du vase, fut recueilli dans une bouteille appropriée et reversé le lendemain à la surface du pot.

Les plantes ont végété normalement et n'ont pas subi d'attaques sérieuses d'insectes ou de cryptogames.

Nous résumons dans le tableau en fin de cet article, les moyennes par décades des principaux facteurs météorologiques (températures maxi-

ma et minima, moyenne $\frac{M + m}{2}$, précipitations et insolation qui ont caractérisé le temps pendant la période de vie des boutures.

Ces renseignements ont été fournis par le poste météorologique installé à quelques mètres des vases de végétation.

La récolte a été effectuée les 6 et 7 novembre.

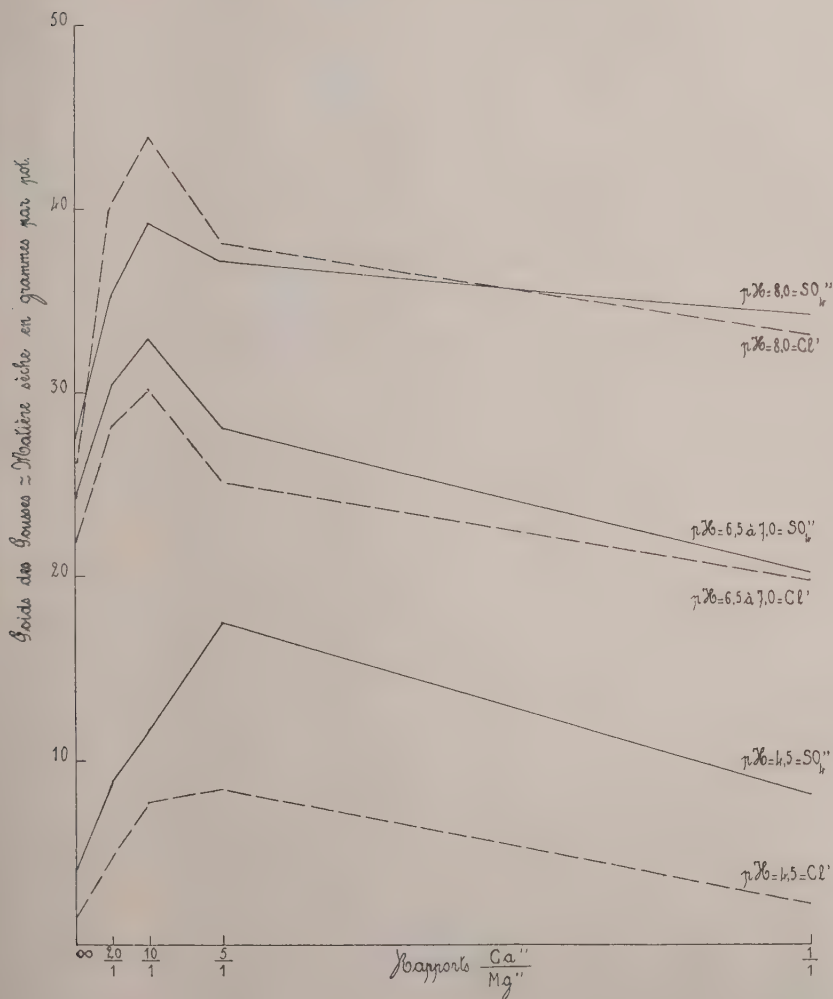
RENDEMENTS MOYENS DES POUSSES (en grammes de matière sèche par pot).

Traitements	Rapports $\frac{\text{Ca} \cdot \cdot}{\text{Mg} \cdot \cdot}$				
	∞	20/1	10/1	5/1	1/1
<i>Série : pH initial 4,5</i>					
CaSO ₄ et MgSO ₄	4,18	8,90	11,65	16,23	8,20
CaCl ₂ et MgCl ₂	1,43	4,95	7,71	8,40	2,22
<i>Série : pH initial 6,5-7,0</i>					
CaSO ₄ et MgSO ₄	24,32	30,50	33,00	28,09	20,20
CaCl ₂ et MgCl ₂	21,90	28,29	30,21	25,12	19,90
<i>Série : pH initial 8,0</i>					
CaSO ₄ et MgSO ₄	27,51	35,75	39,28	37,22	34,25
CaCl ₂ et MgCl ₂	26,25	39,85	43,92	38,15	33,12

LES RENDEMENTS

Les plantes récoltées ont été soumises à diverses déterminations tant pour la partie aérienne que pour la souche et le système racinaire.

Nous donnons dans le tableau qui précède les rendements moyens par pot (4 répétitions) exprimés en grammes de matière sèche de la pousse de l'année.



RENDEMENT MOYEN DES POUSSÉS EN POUR CENT DU RENDEMENT LE PLUS ÉLEVÉ.

(pH initial du filtrat = 8,0; CaCl_2 et MgCl_2 : rapport $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}} = 10$)

	Rapports $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$				
	∞	20/1	10/1	5/1	1/1
A) CaSO_4 et MgSO_4					
pH : 4,5	9,7	20,6	27,9	38,5	20,9
pH : 7,0	56,1	70,4	76,2	64,8	46,6
pH : 8,0	63,5	82,6	90,7	85,9	79,1
B) CaCl_2 et MgCl_2					
pH : 4,5	3,33	11,5	18,8	21,4	5,1
pH : 7,0	50,60	65,3	70,0	58,0	45,9
pH : 8,0	60,60	92,0	100,0	88,1	76,5

Dans le tableau ci-dessus, les résultats ont été groupés par rapport au plus fort rendement obtenu, c'est-à-dire au pH : 8 et au rapport $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$: 10 en présence des chlorures de calcium et de magnésium.

$\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$

Nous constatons qu'en milieu alcalin et aux rapports $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$ compris entre 20/1 et 5/1, les chlorures fournissent les rendements les plus élevés.

Dans des conditions moins favorables : aux pH : 7 et pH : 4,5 et au $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$: 8 ($\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$: ∞ et 1/1), les chlorures accusent une action dépressive sur les rendements par rapport aux sulfates.

Les rendements relatifs disposés suivant le tableau ci-dessous font ressortir également l'influence plus favorable des « chlorures » dans les

3 rapports $\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}} = \frac{20}{1}, \frac{10}{1}$ et $\frac{5}{1}$ du pH : 8.

Dans les autres cas, les « sulfates » se sont montrés plus productifs. Le décalage en pour cent des deux séries ressort nettement dans le tableau suivant :

RENDEMENTS COMPARATIFS DES SERIES « SULFATES » AUX SERIES
« CHLORURES ».

(les rendements des « sulfates » étant faits arbitrairement égaux à 100).

		Rapports $\frac{\text{Ca} \cdot \cdot}{\text{Mg} \cdot \cdot}$				
		∞	20/1	10/1	5/1	1/1
pH : 4,5	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 34,2	100 55,6	100 66,2	100 51,8	100 27,1
pH : 7,0	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 90,4	100 92,8	100 91,8	100 89,4	100 98,5
pH : 8,0	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 95,4	100 111,6	100 110,3	100 102,5	100 96,7

RENDEMENTS MOYENS DES POUSSES EN POUR CENT DES RENDEMENTS

OBTENUS SANS $\text{Mg} \cdot \cdot$, C'EST-A-DIRE POUR LE RAPPORT $\frac{\text{Ca} \cdot \cdot}{\text{Mg} \cdot \cdot} = \infty$.

		Rapports $\frac{\text{Ca} \cdot \cdot}{\text{Mg} \cdot \cdot}$				
		∞	20/1	10/1	5/1	1/1
pH : 4,5	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 100	212,9 346,1	278,7 539,2	388,3 587,4	196,2 155,2
pH : 7,0	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 100	125,4 129,2	135,7 138,4	115,5 114,7	83,1 90,9
pH : 8,0	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SO}''_4 \\ \text{Cl}' \end{array} \right.$	100 100	130,0 151,8	142,8 165,0	135,3 145,3	124,5 126,2

De ce tableau se dégage l'influence favorable du $\text{Mg} \cdot \cdot$.

Tous les rendements obtenus aux rapports 20/1, 10/1 et 5/1 sont supérieurs à ceux fournis sans $\text{Mg} \cdot \cdot$ dont les rendements sont faits ici, arbitrairement, égaux à 100.

TABLEAU DE L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES PENDANT LA PÉRIODE DE VÉGÉTATION.

	Températures						Précipitations		Insolation	
	Maxima (M)		Minima (m)		M + m 2		Observé	Moyennes de 30 ans	Observé	Moyennes de 30 ans
	Observé	Moyennes de 30 ans	Observé	Moyennes de 30 ans	Observé	Moyennes de 30 ans				
<i>Mai</i>										
1 ^e décade	14,3	16,4	6,0	5,6	10,4	11,0	36,3	20,8	39,6	67,0
2 ^e décade	14,1	18,8	4,97	6,8	9,54	12,8	10,2	17,7	64,2	69,0
3 ^e décade	18,98	20,9	7,97	8,5	13,95	14,7	35,5	16,5	78,3	81,0
<i>Juin</i>										
1 ^e décade	20,64	20,8	8,39	9,5	14,51	15,1	16,1	18,3	83,5	66,0
2 ^e décade	21,59	21,1	10,05	9,7	15,82	15,4	8,8	20,7	92,3	66,0
3 ^e décade	19,67	21,0	10,28	9,9	14,98	15,4	35,3	21,0	54,2	68,0
<i>Juillet</i>										
1 ^e décade	21,77	22,2	9,88	10,7	15,83	16,5	25,3	24,0	81,9	67,0
2 ^e décade	21,15	24,1	10,68	11,7	15,92	17,9	37,3	23,0	85,5	67,0
3 ^e décade	22,69	22,9	11,52	11,7	17,10	17,3	29,7	21,9	60,8	71,0
<i>Août</i>										
1 ^e décade	23,59	23,0	14,12	11,7	18,85	17,3	107,5	21,7	51,6	68,0
2 ^e décade	19,98	22,6	10,79	11,3	15,38	16,9	21,8	24,0	67,7	65,0
3 ^e décade	21,61	21,5	11,55	11,1	16,58	16,3	23,7	26,3	67,9	68,0
<i>Septembre</i>										
1 ^e décade	21,16	21,2	12,83	9,9	17,0	15,6	37,5	18,7	57,5	56,0
2 ^e décade	21,10	19,5	11,33	8,8	16,21	14,1	16,7	24,5	55,7	42,3
3 ^e décade	17,9	18,3	7,32	7,3	12,61	12,8	18,8	16,8	53,8	52,0
<i>Octobre</i>										
1 ^e décade	17,45	16,0	4,36	6,8	10,90	11,4	0,2	27,7	68,4	38,0
2 ^e décade	14,43	14,3	1,43	5,4	7,93	9,8	gouttes	19,0	52,6	36,0
3 ^e décade	11,01	11,9	3,22	4,3	7,11	8,1	16,9	27,3	29,8	39,0

RESUME

120 vases de végétation renfermant un sol sablo-limoneux originellement très acide (pH : 4,5) ont permis d'établir 3 séries de pH : 4,5; 7,0 et 8,0 par addition de quantités déterminées de CaCO_3 .

$$\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$$

Dans chacune des séries, le rapport — fut amené respectivement

de l'∞ à 20/1, 10/1, 5/1 et 1/1 soit par l'introduction de quantités convenables de CaSO_4 , 2 aq. et MgSO_4 , 7 aq., soit par l'incorporation de CaCl_2 et MgCl_2 .

On peut conclure que les boutures de *Populus robusta* préfèrent un milieu d'un pH supérieur à 7.

$$\frac{\text{Ca}^{++}}{\text{Mg}^{++}}$$

D'autre part, le rapport — le plus favorable se situe aux environs de 10/1.

Dans la plupart des situations examinées ici (exception de 3 cas) les « sulfates » se sont montrés supérieurs aux « chlorures ».

Notons cependant que le plus fort rendement a été obtenu avec ces derniers.

Au sujet des chromosomes sexuels du Houblon (*)

par

P. DERENNE.

INTRODUCTION

La séparation des sexes est la règle dans le monde animal, mais elle se rencontre moins souvent dans celui des végétaux, qui sont pour la plupart hermaphrodites. DARLINGTON considère que l'existence, dans une espèce déterminée, d'individus mâles et femelles est le terme d'une lente évolution.

Dès que furent redécouvertes les lois mendéliennes, vers 1900, les génétistes soupçonnèrent que le rapport 1 mâle : 1 femelle existant généralement n'était pas le fait du hasard, mais était lié à un mode d'hérédité. La présence de caractères dits « sex-linked » postulait en faveur de l'existence de chromosomes particuliers portant les facteurs du sexe. Les espèces végétales ne sont pas nombreuses, chez lesquelles l'existence de chromosomes sexuels a pu être nettement démontrée sous le microscope. Chez la plupart des plantes dioïques, les chromosomes sexuels ne sont morphologiquement pas différenciés et ce n'est que par des croisements d'individus tétraploïdes qu'on peut déterminer quel est le sexe, mâle ou femelle, qui est hétérozygote. Généralement, le sexe femelle est homozygote : XX, le sexe mâle hétérozygote : XY. Les dicotylédones chez lesquelles X et Y sont clairement de longueur différente sont *Melandrium*, *Humulus japonicus* et *Humulus lupulus*, *Rumex acetosa*, *Sedum rhodiola* et *Fragaria elatior*.

Les quelques observations cytologiques qui vont être exposées ont été faites au laboratoire de cyto-génétique de Svalöv (Association Suédoise des Semences), au début d'un stage (1949) auprès du Dr LEVAN que nous remercions pour les facilités accordées.

(*) Déposé à la rédaction le 31 mai 1954.

OBSERVATIONS CYTOLOGIQUES

Chez *Humulus lupulus*, il est facile d'observer dans les cellules-mères de grains de pollen, à la diacinèse et à la métaphase de la division hétérotypique, la paire de chromosomes sexuels. WINGE, dès qu'il eut acquis la certitude de leur existence, ne comprenait pas comment jusqu'alors il ne les avait pas remarqués.

Le houblon ordinaire possède 20 chromosomes. La fig. 1 montre ces 20 chromosomes associés en 10 paires, lors de la première métaphase meiotique. La paire de chromosomes morphologiquement distincts se trouve à gauche et le plus grand a une longueur environ double de celle du plus petit. Les figures II - III représentent encore la division hétérotypique chez le houblon : la paire sexuelle se retrouve presque toujours à la périphérie de la plaque équatoriale. Par leur appariement très lâche, les chromosomes sexuels semblent souvent être en retard à la métaphase et en avance à l'anaphase, par rapport aux autres bivalents. Souvent, le petit chromosome se trouve déjà à mi-chemin du pôle avant que les autosomes n'amorcent leur mouvement.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler ici la différence qui existe entre les variétés européennes et japonaises d'*Humulus*. Alors que chez les premières, la paire chromosomique sexuelle voisine avec 9 paires d'autosomes, chez les secondes, une autre paire de chromosomes se trouve associée à la paire hétéromorphique, pour former à la meiose une chaîne de 4 chromosomes ($X_1Y_1X_2Y_2$). DARLINGTON et WESTERGAARD ne peuvent expliquer cette différence entre races qu'en supposant qu'une translocation réciproque s'est produite entre un des chromosomes sexuels et un autosome, avec, comme conséquence, l'appariement à la meiose de 4 chromosomes en chaîne au lieu de deux.

Il reste un point cytologique à éclaircir chez *Humulus lupulus* : déterminer lequel des deux chromosomes sexuels est Y, c'est-à-dire présent chez le mâle et absent chez la femelle. Habituellement, X est plus grand que Y, mais des exceptions existent (*Melandrium album*).

Que peut renseigner, à ce sujet, l'examen des chromosomes somatiques chez les plants mâle et femelle et des chromosomes meiotiques chez le plant femelle ?

L'examen complet des métaphases mâle et femelle est très difficile parce que les chromosomes du houblon sont petits et que les plus petits d'entre eux se groupent toujours au centre de la plaque équatoriale, tandis que les plus grands, comme s'ils répondaient à des forces centrifuges s'exerçant dans le fuseau, viennent occuper la périphérie, là où la localisation des centromères et la mesure des longueurs est chose encore aisée. De là, l'établissement de l'idiogramme complet est impossible et partant, la localisation certaine des chromosomes sexuels somatiques au milieu des 20 chromosomes. Il est significatif de faire remarquer que chez *Melandrium*, plante chez laquelle les chromosomes sexuels sont à la fois de taille diffé-

rente et tous deux sensiblement plus grands que n'importe quel autosome, le plus long chromosome sexuel fut erronément et pendant de longues années, considéré comme étant X et ce ne fut qu'après l'emploi généralisé, vers 1938, de la colchicine pour l'obtention de plantes tétraploïdes, que l'étude de la méiose d'un individu XXXY mâle révéla l'erreur.

On peut distinguer dans la plupart des méioses chez les fleurs mâles, deux chromosomes appariés dont la longueur est sensiblement égale à celle du long chromosome sexuel, assurément le plus long de tous et d'autre part une ou peut-être deux autres paires de chromosomes dont la taille est aussi réduite que celle de l'autre chromosome sexuel. Nous avons donc affaire, chez le plant mâle, à trois grands chromosomes notamment, ainsi qu'à plusieurs petits. Bien que les chromosomes n'aient pas la même longueur dans les cellules végétatives et dans les cellules reproductrices (cellules-mères de grain de pollen et grains de pollen), le rapport de grandeur entre chacun d'eux subsiste.

TABLEAU I.

Mesures (en μ) et caractéristiques des chromosomes du houblon mâle.

N°	Longueur totale	Longueur des bras		Centromètre	Remarques
		I	II		
1	5,0	2,5	2,5	médian	X ou Y
2	4,6	2,2	2,4	médian ou submédian	
3	?	2,2	?		
4	3,1	0,8	2,3	subterminal	S = satellite
5	3,2	0,8	2,4		
6	2,8 + S	?	?		
7	? + S	?	1,8		
8	3,0	1,1	1,9		
9	2,9	1,1	1,8		
10	2,8 ?	1,8	1,0 ?		
11	?	1,9	?		
12	3,9	1,8	2,1		
13	4,1 ?	1,8 ?	2,3		
14	3,6	1,3 ?	2,3 ?		
15	3,8	1,3	2,5		
16	3,3	1,4	1,9		
17	3,3	1,5	1,8		
18	?	?	?	parmi lesquels probablement X ou Y	
19	?	?	?		
20	?	?	1,8		

La fig. IV représente une métaphase, bien étalée, sans être toutefois tout entière dans un même plan, car il s'agit d'une coupe faite dans une pointe de racine de houblon mâle. Nous la détaillons dans le tableau qui précède.

En conclusion, le plus grand chromosome sexuel a une constriction médiane. Il se présente dans un seul plan et les deux bras sont tout à fait de même longueur. A part quelques exceptions, tous les chromosomes ont une longueur qui voisine les 3 μ et une constriction primaire subterminale.

Vu que le grand chromosome sexuel et la paire des plus longs autosomes avaient une constriction médiane ou submédiane, il paraissait possible de résoudre le problème suivant : ou bien le premier était Y et on trouvait seulement deux grands chromosomes à constriction médiane chez la plante femelle ou bien il était X et on trouvait alors chez la plante femelle 4 grands chromosomes avec cette caractéristique. Malheureusement, comme on peut le voir en examinant le tableau I, une autre paire d'autosomes (12 et 13) de longueur légèrement moindre ont aussi un centromère médian ou submédian. De fait, ce n'était plus 2 ou 4 chromosomes à bras égaux, qu'il fallait retrouver chez la plante femelle, mais 4 ou 6. C'est là chose difficile chez une plante dont les chromosomes sont petits. Quant à vouloir procéder par comparaison des longueurs absolues, il n'y faut pas penser, car même dans des cellules d'une même racine, la longueur des chromosomes dépend du stade de la division, de la partie de la racine où se trouve la cellule, et elle peut être plus ou moins modifiée encore par les conditions de fixation et de coloration.

D'autre part, nous avions eu l'attention attirée par un chromosome à bras inégaux, dont le plus petit avait une forme ovale bien caractéristique (fig. IV) et que nous retrouvions fréquemment dans les métaphases des racines mâles, toujours à un seul exemplaire. Était-ce le chromosome Y ? Non, car on trouvait parfois un chromosome de même morphologie dans les racines de plantes femelles. Était-ce le chromosome X ? Non, car le rapport de longueur des chromosomes somatiques sexuels ne correspondait pas à celui des chromosomes meiotiques. Il faut conclure que l'aspect caractéristique d'un des bras de ce chromosome, présent deux fois chez chacun des sexes, ne se trouve révélé que lorsque qu'il est dans un seul plan, bien parallèle au plan de coupe.

De même, nous avons pu distinguer une fois au centre d'une métaphase dont les éléments étaient particulièrement contractés, deux chromosomes dont la « *matrix* » était beaucoup plus mince, bien qu'à des degrés différents (fig. V). Était-ce de l'hétérochromatine négative, particulière aux 2 chromosomes sexuels ? C'était douteux, puisque le plus grand de ceux-ci se trouve presque toujours à la périphérie de la plaque équatoriale et aussi parce que ce fut le seul cas de l'espèce dans un nombre élevé (plusieurs dizaines) de métaphases.

Restait l'examen de la cellule-mère du sac embryonnaire. La fig. VI représente la première division meiotique chez la fleur femelle. Il est très

intéressant de comparer les meïoses mâle et femelle du point de vue des « *chiasmata* », plus particulièrement du point de vue du nombre de bivalents en forme de baguette et de bivalents en forme d'anneau.

Chez la fleur mâle, l'examen de 25 métaphases meiotiques donne les types d'appariement et les moyennes reprises dans le tableau suivant :

TABLEAU 2.
Forme des bivalents et moyenne chez le houblon mâle.

Type	Baguette avec 1 ou 2 chiasmés	Anneau avec 2 ou 3 ou 4 chiasmés	Chromo- somes sexuels	Formes indétermi- nables
Moyenne sur 10 paires	3,08	5,28	1,00	0,64

Le nombre de bivalents en forme d'anneau est donc plus élevé que celui en forme de baguette. Rappelons qu'à côté de la paire de chromosomes sexuels, on trouve généralement deux grands chromosomes formant un bivalent en baguette. Si nous examinons la meïose femelle (fig. VI), il apparaît que le nombre de bivalents en baguette est plus élevé (6 ou 7) et englobe tous les plus grands chromosomes. Les différences de longueur sont minimales entre 4 de ces bivalents et il n'est pas possible d'identifier l'une de ces paires, en se basant sur la longueur ou la forme, avec la paire de grands chromosomes qu'on trouve chez la fleur mâle et partant d'établir une quelconque comparaison.

CONCLUSION

En bref, on peut conclure qu'il est très difficile de comparer les chromosomes de plantes différentes (mâles et femelles), surtout du point de vue de leur grandeur absolue ou de leur morphologie. C'est pourquoi, chercher à identifier les chromosomes X et Y chez le houblon par les moyens que nous avons esquissés ne pourrait conduire qu'à une interprétation douteuse. Certes ces méthodes peuvent être améliorées par l'emploi de fixateurs appropriés ou par l'emploi de substances mitoclasiques, qui facilitent l'établissement d'un idiogramme exact.

La vraie solution du problème réside dans l'obtention d'une plante triploïde XXY ou tétraploïde XXXY, probablement mâle, qui posséderait en effet 2 ou 3 chromosomes X pour un seul Y.

RESUME

Cet article comporte les observations faites sur les mitoses et meïoses mâles et femelles de *Humulus lupulus* en vue d'identifier les chromosomes

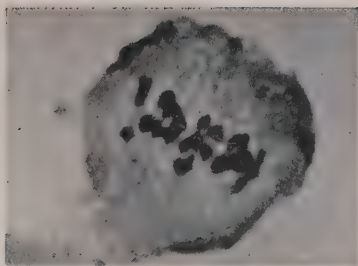


Photo 1. — Métaphase dans une cellule-mère de grains de pollen, avec les 10 paires de chromosomes dont celle hétéromorphe des chromosomes sexuels.

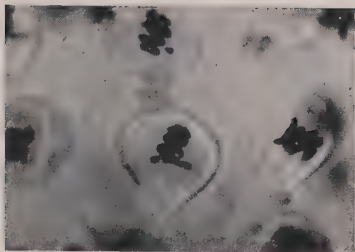


Photo 2. — Métaphase dans une cellule-mère de grains de pollen.

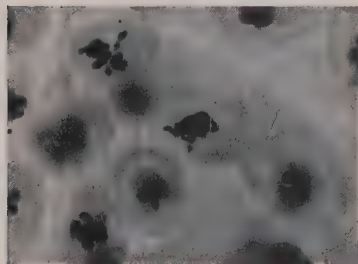


Photo 3. — Métaphase dans une cellule-mère de grains de pollen.



Photo 4. — Métaphase dans une cellule de pointe de racine : (à 11 heures, du centre vers la périphérie) le chromosome ayant un bras de forme ovale et le plus grand des chromosomes sexuels à constriction médiane.

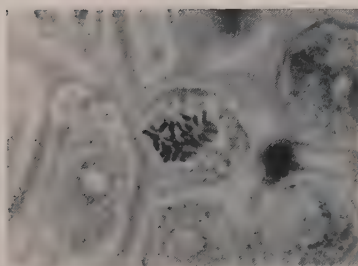


Photo 5. — Métaphase dans une cellule de pointe de racine : (à 11 heures) les deux chromosomes à gaine chromatique plus étroite.

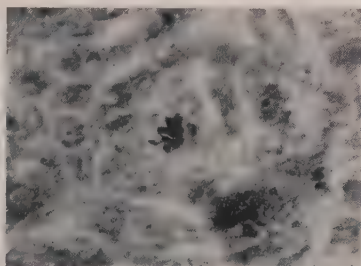


Photo 6. — Métaphase dans une cellule mère de sac embryonnaire.

sexuels X et Y. La conclusion obtenue est que cette identification est pratiquement impossible sans l'obtention d'un individu mâle de formule XXY ou XXXY.

BIBLIOGRAPHIE

1. DARLINGTON, C. D. — Recent advances in cytology. — London, 1937.
 2. LEVAN, A. — 1933. Ueber das Geschlechtschromosom in *Sedum Rhodiola* DC. Bot. Not. 195-197.
 3. NAKAJIMA, G. — 1937. Cytological studies in some dioecious plants. Cytologia, Fujii jub. vol. 282-292.
 4. ONO, T. — 1937. On sex-chromosomes in Wild hops. Bot. Mag. 51, 110-115.
 5. SINOTO, Y. — 1929. Chromosomes studies in some dioecious plants with special reference to the allosomes. Cytologia, I : 109-191.
 6. WARMKE, H. E. et BLAKESLEE, A. F. — 1939. Sex mechanism in polyploids of *Melandrium*. Science, 89 : 391-392.
 7. WARMKE, H. E. — 1942. A new method for determining the sex heterozygote in species with morphologically undifferentiated sex chromosomes, and its application to *Silene otites*, Genetics, 27 : 174.
 8. WESTERGAARD, M. — 1940. Studies on cytology and sex determination in polyploid forms of *Melandrium album*. Dansk Bot. Arkiv, 10, n° 5, 1-131.
 9. — 1938. Induced tetraploidy in *Melandrium album*. Nature, 142 : 917.
 10. WINGE, O. — 1923. On sex chromosomes, sex determination and preponderance of females in some dioecious plants. C. R. Trav. Lab. Carlsberg, 15 : 1-25.
 11. — 1929 a. On the nature of the sex-chromosomes in *Humulus*. Hereditas, 12 : 53-63.
 12. — 1929 b. Critical remarks to Y. SINOTO's paper on a tetrapartite sex chromosome complex in *Humulus*. Ib., 12 : 269-270.
-

Comparaison de deux méthodes d'analyse granulométrique avec emploi d'échantillons de terre reconstituée ⁽¹⁾ (*)

par

G. MANIL et F. DELECOUR.

À l'heure actuelle, deux méthodes d'analyse mécanique des terres se partagent principalement la faveur des laboratoires : la méthode à la pipette (ROBINSON) et la méthode à l'hydromètre (BOUYOCOS).

Le principe de ces deux méthodes est le suivant :

- a) *Méthode à la pipette* : Après le temps de sédimentation convenable, pour une profondeur donnée (habituellement 10 cm) et pour des particules de diamètre déterminé, on prélève une quotité de la suspension que l'on recueille dans une capsule tarée. On évapore à sec et on pèse le résidu. Après application d'une correction pour la solution peptisante, on peut calculer la teneur en particules des diverses classes.
- b) *Méthode à l'hydromètre* : Après le temps de sédimentation convenable, on détermine la densité de la suspension, d'où l'on peut tirer le poids de particules en suspension dans 1 litre et ensuite la teneur %.

BOUYOCOS a mis au point un hydromètre gradué en grammes de terre en suspension dans 1 litre d'eau à la température de 19°4.

Cette technique très simple et rapide (il suffit de lire le nombre de grammes de terre en suspension) présente cependant l'inconvénient suivant : les déterminations se font à des profondeurs variables avec la densité de la suspension. Aussi a-t-on remédié à cet inconvénient par l'emploi de l'hydromètre à chaîne (7),

Dans les deux méthodes, la fraction 20-50 microns (sable très fin) est déterminée par différence, les autres fractions étant connues. Cette pratique ne présente guère de désavantage : d'ailleurs la sédimentation est tellement rapide à son début qu'une mesure directe de la fraction en cause est

(1) Recherches effectuées sous les auspices de l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture. — I.R.S.I.A.

(*) Déposé à la rédaction le 29 mai 1954.

difficile. Malgré ses inconvénients, la méthode à l'hydromètre est séduisante, à priori, par sa simplicité, sa rapidité et le peu de matériel nécessaire.

Des essais comparatifs entre les méthodes à la pipette et à l'hydromètre ont déjà été réalisés par de nombreux auteurs (voir, par exemple, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Notons tout spécialement un travail récent et intéressant de DE LEENHEER et MAES (7). Ces auteurs y exposent les résultats d'une étude concernant les erreurs systématiques dont la méthode à l'hydromètre à chaîne serait responsable. Ils ont examiné l'influence de la profondeur de détermination, de la forme de l'hydromètre, de la densité du sol.

L'essentiel est d'utiliser des méthodes suffisamment reproductibles. On ne possède cependant aucune preuve que le résultat obtenu soit réellement objectif. D'ailleurs, comme le fait remarquer P. MARTENS (9), en analyse granulométrique, on en est toujours réduit, jusqu'à un certain point, à des hypothèses.

C'est la raison pour laquelle nous avons effectué nous-mêmes une série de mesures comparatives au départ d'échantillons *reconstitués*. Le principe de la méthode est le suivant : isoler différentes fractions granulométriques suivant le principe de la méthode ATTERBERG et mélanger ces différents constituants en proportions déterminées. Concernant la fraction argileuse, des précautions ont été prises pour éviter une dessiccation trop forte (température maximum : 50 °). Nous nous sommes assurés également que la remise en suspension de l'argile était bien complète. Dans les analyses subséquentes, et pour les deux méthodes, les sables fin et grossier (supérieur à 50 microns) ont été séparés par tamisage sous eau sur le tamis à mailles de 50 microns.

En possession des diverses fractions granulométriques, à l'état isolé, les mélanges suivants ont été préparés :

TABLEAU I.

Mélanges	Composition, en %			
	0-2 μ	2-20 μ	20-50 μ	+ de 50 μ
I	5	5	15	75
II	15	20	50	15
III	30	15	50	5
IV	50	5	5	40

Des échantillons de 20 grammes de chacune des compositions sont soumis aux analyses granulométriques qui peuvent s'effectuer sans traitement préalable, sauf apport de peptisant.

Le nombre de répétitions a été fixé comme suit :

Mélange I, 20 répétitions;
 II, 20 » :
 III, 15 » :
 IV, 15 » .

COMMENTAIRES DES RESULTATS.

Notons tout d'abord que les fractions supérieures à 50 microns, déterminées de la même manière dans les deux méthodes, n'ont pas été prises en considération dans la comparaison de ces résultats.

Mélange I (tableau II, 20 répétitions).

TABLEAU II.

Fract.	Com- posi- tion	Moyennes obtenues		Ecart d'avec la composition		Ecart types		Ecart types %	
		Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.
0-2	5	3.6	2.3	-1.4	-2.7	0.925	1.041	25.69	45.26
2-20	5	5.6	5.3	+0.6	+0.3	0.936	1.033	16.71	19.49
20-50	15	15.8	17.3	+0.8	+2.3	0.659	0.650	4.17	3.76

En ce qui concerne l'argile, les deux méthodes donnent des résultats trop faibles, la méthode à l'hydromètre s'écartant le plus du résultat de départ. L'écart type, exprimé en % de la moyenne, est très élevé, atteignant quasi 50 % dans le cas de l'hydromètre.

La fraction limoneuse (2-20 microns) fournit des résultats légèrement trop élevés: les écarts types sont assez voisins pour les deux méthodes.

La fraction la plus finement sableuse (20-50 microns) accuse également des teneurs trop élevées surtout en ce qui concerne la méthode à l'hydromètre où tous les résultats individuels sont supérieurs au résultat théorique.

Mélange II (tableau III, 20 répétitions).

TABLEAU III.

Fract.	Com- posi- tion	Moyennes obtenues		Ecart d'avec la composition		Ecart types		Ecart types %	
		Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.
0-2	15	13.3	12.1	-1.7	-2.9	1.078	0.962	8.11	7.95
2-20	20	20.4	23.4	+0.4	+3.4	1.230	0.690	6.03	2.95
20-50	50	50.9	49.1	+0.9	-0.9	0.763	0.946	1.50	1.93

Fraction argileuse : les résultats sont inférieurs au résultat idéal. La plus grande différence s'obtient encore avec l'hydromètre. Toutefois, au point de vue reproductibilité, celui-ci se montre très légèrement supérieur à la pipette.

Fraction limoneuse : les chiffres obtenus sont trop élevés, surtout pour l'hydromètre. Mais l'écart type % lui est nettement favorable.

Fraction finement sableuse : on note un excès de 0.9 % dans le cas de la pipette, un défaut de 0.9 % pour l'hydromètre, légèrement défavorisé en ce qui concerne la reproductibilité.

Mélange III (tableau IV, 15 répétitions).

Fraction argileuse : les deux méthodes à l'essai donnent des teneurs moyennes en argile inférieures de 2.7 au résultat idéal. La méthode à l'hydromètre se montre un peu moins reproductible que la méthode à la pipette.

TABLEAU IV.

Fract.	Com- posi- tion	Moyennes obtenues		Ecart s d'avec la composition		Ecart s types		Ecart s types %	
		Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.
0-2	30	27.3	27.2	— 2.7	— 2.8	1.473	1.637	5.40	6.02
2-20	15	16.8	18.5	+ 1.8	+ 3.5	1.522	0.816	9.06	4.41
20-50	50	50.5	48.9	+ 0.5	— 1.1	0.825	1.171	1.63	2.39

Fraction limoneuse : les résultats obtenus sont plus élevés que la composition idéale, particulièrement pour l'hydromètre. Comme dans le mélange II, l'écart type % est nettement favorable à l'hydromètre.

Fraction finement sableuse : dans le cas de la pipette, la moyenne obtenue est très proche du résultat idéal. L'hydromètre donne un résultat moyen inférieur de 1.1 % à ce résultat théorique.

Mélange IV (tableau V, 15 répétitions).

TABLEAU V.

Fract.	Com- posi- tion	Moyennes obtenues		Ecart s d'avec la composition		Ecart s types		Ecart s types %	
		Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.
0-2	50	46.5	46.7	— 3.5	— 3.3	2.381	2.864	5.12	6.13
2-20	5	6.4	6.2	+ 1.4	+ 1.2	2.136	2.035	33.38	32.82
20-50	5	7.0	7.0	+ 2.0	+ 2.0	0.896	0.946	12.80	13.51

Pour les trois fractions considérées, les deux méthodes ont donné des résultats identiques. Par rapport à la solution idéale, on retrouve trop peu d'argile, la différence se répartissant sur les deux fractions plus grossières (2-20 μ et 20-50 μ). Au point de vue reproductibilité, les deux méthodes sont très voisines, avec cependant un léger avantage à la pipette en ce qui concerne la fraction argileuse.

En résumé, on peut dire que les deux méthodes fournissent, pour l'argile, des résultats un peu trop faibles mais très comparables entre eux, surtout pour des teneurs assez élevées en argile. Quant à la reproductibilité, un léger avantage apparaît peut-être pour la pipette. La fraction limoneuse présente toujours des résultats un peu trop élevés, les plus grands écarts s'observant chez l'hydromètre. La fraction la plus finement sableuse donne des résultats plus variables, tantôt plus élevés, tantôt moins élevés que les chiffres de départ.

Comparant alors les résultats obtenus, par les deux méthodes en cause, à partir d'échantillons naturels provenant de deux régions différentes (Ardenne et Condroz) (*), nous trouvons confirmation des tendances observées sur échantillons reconstitués. Ces résultats sont rassemblés dans le tableau VI.

Dans la grande majorité des cas, la méthode à l'hydromètre donne des teneurs en argile légèrement inférieures à celles obtenues par la méthode à la pipette. Toutefois, pour des teneurs élevées en argile, les différences entre les deux méthodes s'atténuent.

Concernant la fraction limoneuse, les écarts entre les deux techniques utilisées sont plus grands: la méthode hydrométrique fournit des résultats nettement plus élevés que la méthode à la pipette.

Au sujet de la fraction finement sableuse, comprise entre 20 et 50 microns, nous remarquons que la méthode à l'hydromètre donne généralement des résultats un peu plus faibles.

Mais, considérées dans leur ensemble, ces différences semblent toutefois suffisamment réduites pour qu'on puisse ne pas tenir compte de la technique employée pour une étude synthétique portant sur un grand nombre de résultats granulométriques, si ces résultats ont été obtenus par l'une ou l'autre des méthodes étudiées avec un même peptisant.

Si l'on tient compte de facteurs relevant de l'organisation du travail, nous noterons que la méthode à la pipette demande la mise en œuvre d'un matériel assez encombrant et onéreux : capsules, étuves à dessiccation, balance rapide mais très précise (genre Mettler). Le travail est aussi plus long : tarage et pesée des capsules, nettoyage, etc...

(*) DE LEENHIEER et MAES ont effectué des comparaisons sur des échantillons provenant des régions naturelles suivantes : Polders, Région sablonneuse, Région sablo-limoneuse et Région limoneuse.

TABLEAU VI.

N°	0-2 μ		2-20 μ		20-50 μ		+ de 50 μ	
	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.	Pip.	Hydr.
186E 21/1	20.3	18.2	32.6	38.4	29.5	25.7	17.6	17.7
	21.9	22.1	33.1	39.6	27.8	21.0	17.2	17.3
	22.8	21.0	31.1	35.4	30.1	27.2	16.0	16.4
	22.8	21.2	33.1	39.4	28.0	23.1	16.1	16.3
	25.7	24.3	33.9	34.8	26.4	26.7	14.0	14.2
	26.7	24.6	30.3	36.0	27.5	23.9	15.4	15.5
	28.7	25.6	39.0	44.5	15.8	13.2	16.4	16.7
	27.7	25.8	33.9	40.6	14.9	10.1	23.5	23.5
	31.6	32.6	38.3	38.9	6.3	4.3	23.8	24.2
	29.0	28.8	38.3	38.6	9.3	9.0	23.4	23.6
	20.8	18.0	29.8	31.9	34.3	34.8	15.1	15.3
	20.2	16.9	31.9	38.7	32.1	28.4	15.8	16.0
	21.7	20.0	30.5	31.6	33.0	33.2	14.9	15.2
	21.2	20.5	31.5	35.8	31.3	27.5	16.0	16.2
157W 15/1	22.6	21.2	29.3	31.6	35.9	34.9	12.2	12.3
	24.6	24.6	28.2	32.3	33.7	29.5	13.4	13.6
	20.5	17.7	25.1	28.7	36.6	35.8	17.8	17.8
	21.0	19.9	24.6	29.9	35.6	31.3	18.8	18.9
	20.3	17.6	25.5	27.8	49.3	49.7	4.9	4.9
	19.8	20.6	25.5	26.9	49.6	47.4	5.1	5.1
	55.6	54.0	15.4	16.2	26.6	27.2	2.4	2.6
	55.6	56.4	14.8	15.6	26.7	25.1	2.9	2.9
	20.5	16.7	31.0	36.6	36.0	34.0	12.5	12.7
	22.1	21.8	30.5	34.3	35.1	30.3	13.4	13.6
	25.0	22.7	37.5	39.2	30.0	30.6	7.4	7.5
	27.6	25.6	35.4	39.1	28.9	27.3	8.0	8.0
	33.8	34.2	37.9	36.6	19.1	19.9	9.1	9.3
17/1	34.8	33.4	38.5	41.9	19.8	19.7	7.0	7.0
	55.1	54.3	27.0	31.2	10.6	7.3	7.2	7.2
	55.7	57.3	23.9	28.6	14.1	7.7	6.4	6.4
	14.9	12.3	26.3	30.7	44.6	42.7	14.1	14.3
	14.4	13.1	26.8	29.9	44.6	43.0	14.1	14.0
	19.0	14.0	25.7	31.7	43.1	42.0	12.2	12.3
	17.5	16.8	29.3	30.0	39.7	39.5	13.6	13.7
	28.3	25.3	27.3	29.8	27.7	28.0	16.7	16.9
	28.3	26.4	24.2	29.2	30.0	26.8	17.5	17.6
	27.3	25.7	31.0	32.9	28.7	28.3	13.0	13.1
	27.9	28.5	32.0	31.1	27.5	27.5	12.7	12.9
	28.9	26.4	29.4	34.5	30.8	28.0	10.9	11.1
	29.4	29.0	30.4	31.9	29.7	28.4	10.5	10.7

La méthode à l'hydromètre ne demande que l'emploi d'un densimètre (que l'on peut fabriquer soi-même avec une pipette de 100 cc) et de cavaliers de 50 à 1000 mg. Le chariot support de la pipette est facilement adaptable à l'emploi de l'hydromètre.

En confirmation des conclusions de DE LEENHEER et MAES, il apparaît donc que la méthode rapide d'analyse mécanique par l'hydromètre à chaîne peut être avantageusement introduite dans les laboratoires de Pédologie (10).

BIBLIOGRAPHIE

1. AMOR, I. A. — 1947. Estudio comparativo de metodos de analisis granulometricos de suelos. Anales Inst. Esp. Edaf. Ecol. Fisiol. Vegetal, VI, 1, 117-128.
2. BOUYOUCOS, G. J. — 1934. A comparison between the pipette method and the hydrometer method for making mechanical analyses of soil. Soil Sci., 38, 335-343.
3. — id. — 1937. A sensitive hydrometer for determining small amounts of clay or colloids in soils. Ibid., 44, 245-246.
4. — id. — 1937. The high degree of accuracy of the improved soil hydrometer used in the mechanical analysis of soils. Ibid., 44, 315-317.
5. CHEN, C. T. et HUA, M. — 1947. Mechanical analysis of soils by means of a common hydrometer. Ibid., 64, 389-398.
6. DAY, P. R. — 1953. Experimental confirmation of hydrometer theory. Ibid., 75, 181-186.
7. DE LEENHEER, L. et MAES, L. — 1952. Analyse granulométrique avec l'hydromètre à chaîne. Bull. Soc. Belge Géol., LXI, 138-164.
8. EDLEFSEN, N. E. et COLE, R. C. — 1936. A comparison of the specific gravity balance and the pipette methods of determining density of soil suspensions. Soil Sci., 42, 131-135.
9. MARTENS, P. H. — 1949. Etude d'un graphique de chute de particules en analyse granulométrique. Parasitica, V, 4, 110-117.
10. MERIAUX, S. — 1952. Contribution à l'étude de l'analyse granulométrique continue. Ann. Agr., n° 4, 484-485.

VERGELIJKING TUSSEN TWEE METHODES VAN MECANISCHE ANALYSE MET HET GEBRUIK VAN MONSTERS VAN GERECONSTITUEERDE AARDE.

door G. MANIL en F. DELECOUR.

Samenvatting.

Uitgaande van monsters van gereconstitueerde aarde, door middel van diverse granulometrische fracties in afgezonderde staat verkregen, hebben de auteurs de resultaten vergeleken, die hun opgeleverd werden door de gravi- en densimetrische methodes.

Deze twee methodes bieden resultaten die de waarheid benaderen en onder elkaar kunnen vergeleken worden. De densimetrische methode, die eenvoudiger en sneller is, zal op voordelige wijze aangewend worden in de bodemkundige laboratoria.

VERGLEICH VON ZWEI GRANULOMETRISCHEN BESTIMMUNGSMETHODEN
UNTER ANWENDUNG VON WIEDERHERGESTELLTEN BODEN.

von G. MANIL und F. DELECOUR.

Zusammenfassung.

An Hand von wiederhergestellten Bodenproben, die gesondert durch die verschiedenen granulometrischen Bruchteile erhalten wurden, haben die Autoren die durch gravi- und densimetrischen gefundenen Ergebnisse verglichen.

Diese zwei Methoden geben Resultate, die der Wahrheit nahe liegen und vergleichbar sind. Die densimetrische Methode, die einfacher und schneller ist, ist wohl diejenige, die in den bodenkundlichen Laboratorien zu empfehlen ist.

COMPARISON OF TWO METHODS OF MECHANICAL ANALYSIS MAKING USE
OF SAMPLES OF RECONSTITUTED SOIL.

by G. MANIL and F. DELECOUR.

Summary.

Making use of samples of soil reconstituted from various isolated granulometric fractions, the authors have compared the results obtained by the gravimetric and densimetric methods.

Both methods give results offering a near approximation to the truth and very similar to each other. The densimetric method which is both simpler and quicker, will be used to advantage in pedological laboratories.

CHAIRE DE CONSTRUCTIONS DU GENIE RURAL, RESISTANCE
DES MATERIAUX ET VOIES DE COMMUNICATION

(Professeur L. Blanjean)

**Le verre, matériau de construction
en Horticulture**

PREMIERS RESULTATS DE QUELQUES ESSAIS (*)

par

André NISEN.
Assistant.

SOMMAIRE

Introduction : position du sujet et données économiques.

I. — Etude théorique.

A. Rôle physique des vitrages utilisés en horticulture.

B. Rôle de la lumière.

a) Rôle de l'infra-rouge;

b) Rôle de l'ultra-violet;

c) Rôle du visible.

C. Conclusions.

II. — Etude pratique.

A. Matériel utilisé.

Couches.

Verres.

B. Conduite des essais.

C. Résultats obtenus.

1) Température.

2) Luminosité.

3) Matériel vivant.

a) Radis;

b) Laitues.

III. — Résumé et Conclusions.

Summary.

(*) Déposé à la rédaction le 2 juin 1954.

INTRODUCTION

Depuis un certain nombre d'années déjà, l'Horticulture acquiert, dans notre pays, comme d'ailleurs dans le monde entier, une importance toujours croissante; des chercheurs, de plus en plus nombreux, utilisent les méthodes d'investigation les plus scientifiques et obtiennent des résultats vraiment remarquables.

On serait, par le fait même, tenté de croire que les *Constructions horticoles* sont l'objet d'études particulières nombreuses et variées, et que rien ne peut plus être dit à leur sujet.

Et pourtant, telle n'est pas la situation actuelle. Nous n'en voulons, comme preuve, que le cas des serres, warenhuizen et couches pour lesquels le matériau de base est le verre à vitre au sujet duquel on peut affirmer que l'on ne connaît encore rien du point de vue strictement horticole.

Qui, en effet, peut prétendre que tel verre convienne mieux que tel autre lorsqu'il est utilisé pour la culture d'une plante donnée? Qui pourrait définir avec précision l'avantage ou l'inconvénient qu'il existe à employer, au lieu d'une simple paroi vitrée, deux feuilles de verre glissées dans une même battée ou dans des battées différentes, et aussi préciser la distance à laquelle ces vitres doivent être posées, l'une par rapport à l'autre, sur un même châssis?

Qui peut prévoir le comportement des plantes vivant dans des serres recouvertes de verre martelé?...

Autant de questions — et il en est bien d'autres encore, — pour laquelle nous ne pouvons donner, à priori, une réponse satisfaisante.

Jetons un coup d'œil au « *Recensement agricole et horticole* »; il nous apprend que la situation au 13 mai 1953 se présentait de la façon suivante, en ce qui concerne la superficie des cultures sous-verre en Belgique :

914 hectares sont recouverts de serres, warenhuizen ou couches.
Ce total se répartit en 473 ha de culture fruitière;
243 ha de culture maraîchère;
159 ha de culture florale et
39 ha de pépinières et cultures de semences.

Ces 914 ha représentent un total approximatif de 10 millions de mètres carrés de verre, ou, si l'on tient compte du prix de revient unitaire, un capital investi de plus de 700 millions de francs; à cela il faut ajouter plusieurs millions de francs pour les réparations annuelles (remplacement des verres brisés).

Rappelons encore que l'on estime à 30.000 le nombre de serres existant dans notre pays et que, d'autre part, les chiffres fournis à la suite d'un recensement officiel ne serrent la réalité que d'assez loin car ils ne tiennent pas compte du nombre relativement élevé de serres apparte-

nant à des amateurs et de châssis vitrés disséminés chez tant d'horticulteurs « d'occasion ».

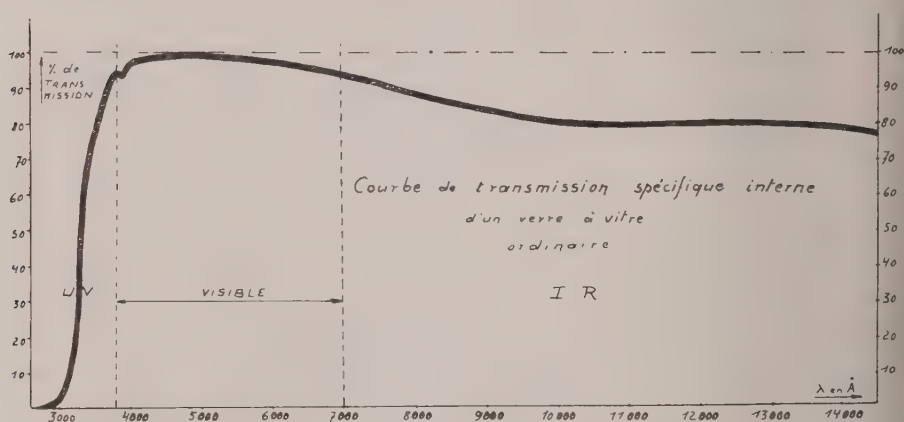
Ces statistiques parlent d'elles-mêmes et montrent combien il serait nécessaire de pouvoir acheter le verre destiné à l'horticulture en connaissance de cause c'est-à-dire choisir celui qui, dans le cas envisagé, est apte à donner la récolte optimum. Or, on ne peut le nier, nous sommes loin de compte et seul l'empirisme règne en maître.

Pour résoudre les problèmes que nous venons de soulever, il faudrait connaître parfaitement à la fois les exigences des plantes au point de vue lumière et aussi le comportement des différents verres existant sur le marché lors de leur emploi comme écran protecteur d'arbres fruitiers, de légumes et de fleurs.

I. — ETUDE THEORIQUE

A. — Rôle physique des vitrages utilisés en horticulture.

Le verre doit, avant toute autre chose, jouer un rôle de protecteur contre le froid et les intempéries.



Graphique n°1

La courbe de transmission spécifique interne d'un verre à vitre ordinaire reprise au graphique 1 montre que cette substance absorbe presque la totalité des rayons ultra-violet (de longueur d'onde inférieure à 3.800 Å environ) tandis qu'elle ne retient le rayonnement visible (3.800 à 7.000 Å) qu'à concurrence de 1 à 12 % suivant la longueur d'onde. Dans l'infra-rouge (plus de 7.000 Å) la transmission est grosso modo inversement proportionnelle à la longueur d'onde : les infra-rouges solaires (7.000 à 20.000 Å) traversent le verre, sont absorbés par les plantes et le

sol qui s'échauffent et émettent à leur tour, à l'instar d'un corps noir, des infra-rouges de plus grande longueur d'onde (généralement supérieure à 20.000 Å) pour lesquels le verre est opaque.

Le verre est donc d'une transparence presque parfaite pour le rayonnement solaire qui ne contient que des radiations ultra-violettes, des radiations visibles et des radiations du proche infra-rouge : il ne s'échauffe presque pas au soleil; par contre, il arrête totalement les rayons calorifiques provenant d'une source artificielle de chaleur et s'échauffe sous leur influence.

Sous un vitrage qui reçoit le rayonnement solaire, la température des corps s'élève plus rapidement qu'à l'air libre. Ce phénomène est surtout sensible grâce à la diminution des mouvements de l'air, à la suppression du vent et à la limitation de l'évaporation.

Si l'on ne tient pas compte de la convection et de la conduction, le calcul des densités de flux reçus par le sol montre que la température de celui-ci est la même, sous un vitrage, que si le rayonnement du soleil était doublé; celle du verre est semblable à celle d'un corps noir dont une face serait exposée aux radiations et l'autre, thermiquement isolée. Le verre s'échauffe sous l'influence du rayonnement thermique; il émet, à son tour, cette énergie absorbée sous forme de radiations calorifiques et ce, par ses deux faces; une moitié est donc perdue et l'autre renvoyée à l'intérieur de la serre : les pertes par rayonnement (nocturne par exemple) sont donc réduites de moitié grâce à la présence de la paroi vitrée, alors que l'apport d'énergie par les radiations solaires n'est presque pas modifié.

N'oublions cependant pas que l'enceinte recouverte d'un vitrage ne peut capter l'entièreté de l'énergie solaire qui atteint en cet endroit, la surface du globe terrestre : en effet, de l'angle d'incidence des rayons lumineux dépend la fraction de ceux-ci qui traverse le vitrage, car une partie plus ou moins importante est perdue par réflexion, une autre par diffusion...

En résumé, le vitrage est d'abord et avant tout un isolant thermique permettant de réduire les pertes de chaleur et même d'élever la température d'une ambiance donnée au-dessus de celle de l'air qui l'entoure.

B. — Rôle de la lumière.

Mais comment vont réagir les plantes cultivées sous une paroi vitrée ? La lumière intervient, en effet, et d'une façon très marquée, dans leur développement. *Son action varie avec la longueur d'onde envisagée et avec la proportion dans laquelle sont représentés les rayons qui composent cette lumière.* Or le verre modifie cette répartition à l'instar d'un filtre sélectif.

Rappelons brièvement le rôle des rayons des diverses longueurs d'onde.

a) Rôle de l'Infra-rouge.

Comparée à la lumière visible, la lumière infra-rouge se caractérise par une *faible quantité d'énergie* dans chacun des quantas dont on sait qu'elle est constituée, car chaque quantum transporte l'énergie $h\nu$ proportionnelle à la fréquence ν , inverse de la longueur d'onde. Un quantum de lumière infra-rouge de 10.000 Å contient donc deux fois moins d'énergie qu'un quantum de lumière verte de 5.000 Å de longueur d'onde.

L'activité de la lumière infra-rouge, au point de vue *chimique*, s'en trouve donc fortement réduite et pratiquement elle est insuffisante pour déranger les édifices chimiques d'une plante : elle se borne à provoquer des oscillations des atomes autour de leur position d'équilibre sans détruire les molécules. Ces oscillations n'étant autre chose que de la chaleur, on peut prévoir que le principal rôle des infra-rouges sera d'échauffer les corps qui l'absorbent.

b) Rôle de l'ultra-violet.

L'activité *chimique* de la lumière ultra-violette étant beaucoup plus forte que la précédente, on est en mesure de supposer que ce rayonnement est à même, dans certains cas, de communiquer aux molécules assez d'énergie d'excitation pour que soient rendues possibles des réactions chimiques qui dérangent les édifices moléculaires délicats des plantes. Or aucune action vraiment importante n'a été entièrement prouvée chez des plantes soumises aux ultra-violets solaires et il semble que celles-ci ne réagissent chimiquement que très peu à ceux-là, d'autant plus que l'ultra-violet ne représente qu'une faible partie du rayonnement solaire. L'action de l'ultra-violet ne devient vraiment importante que dans le cas de très courtes longueurs d'onde, radiations absentes du spectre solaire en raison de l'absorption atmosphérique.

Mais ce rayonnement possède une action *biologique* plus marquée : il favorise la formation de plantes naines, velues, aux feuilles épaisses et petites et l'apparition de couleurs éclatantes chez les fleurs... De très nombreuses expériences ont été effectuées dans des serres dont les vitres ont été remplacées par des verres spéciaux. Pour la culture de légumes ou de fleurs, les résultats obtenus sont en général contradictoires, les récoltes étant tantôt plus, tantôt moins abondantes que dans les conditions ordinaires; seule la quantité de lipides dans les plantes cultivées sous des verres ne retenant qu'un faible pourcentage du rayonnement ultra-violet semble être plus importante. Il ne paraît cependant pas établi que ces rayons de courte longueur d'onde en soient la seule cause. Par contre, des expériences ont prouvé que lorsque les plantes sont privées de radiations *visibles proches de l'ultra-violet*, leur développement est anormal : étiolement, poids sec réduit, etc.

c) Rôle du visible.

Les radiations visibles agissent sur l'ouverture des stomates et conditionnent la transpiration : à énergie égale, le bleu produit une vitesse

de transpiration qui surpasse de 20 à 60 % celle observée en lumière rouge. Les radiations bleues et violettes exercent également une influence très sensible sur la régulation de la croissance et du développement des plantes. D'autre part, le bleu et le rouge seraient nettement plus actifs au point de vue photosynthèse et assimilation chlorophyllienne que les autres rayonnements.

C. — Conclusions.

Ces données sont encore très incomplètes. Il n'est donc pas possible, connaissant le spectre d'absorption d'un verre, de prévoir quel sera le développement acquis par une plante déterminée lorsque celle-ci est cultivée dans une serre construite avec ce matériau. D'autant plus que cette prévision impliquerait une connaissance parfaite des exigences en lumière non seulement des végétaux en général, mais aussi de chacune des plantes que l'on désire faire croître dans pareilles conditions. N'oublions pas, d'autre part, que deux *verres à vitre* ne diffèrent l'un de l'autre que dans d'infimes proportions, leur composition chimique étant sensiblement la même. Seuls varient, avec l'épaisseur de ceux-ci, le coefficients d'absorption pour chacune des longueurs d'onde envisagées.

Les *verres colorés*, les *verres infra-rouges* et les *verres ultra-violets*, qui s'écartent plus nettement de la moyenne en ce qui concerne la transmission sélective du rayonnement, sont d'un prix de revient très élevé, et, par conséquent, d'un emploi courant presque impossible en horticulture.

Ne pourrait-on prévoir mathématiquement le gain de chaleur réalisé grâce à l'emploi d'une *double paroi de verre*, cette double paroi étant construite dans des conditions déterminées ? Des calculs très longs permettraient peut-être de se faire une idée approximative de l'équilibre thermique d'une telle enceinte lorsque seraient parfaitement fixées les conditions de situation, de température extérieure, d'humidité atmosphérique, de transparence de l'atmosphère, de vitesse du vent, de hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, etc.

Mais comment étendre ces calculs à une période plus ou moins longue et surtout déterminer, théoriquement, les variations dans la précocité de récolte des produits végétaux ?

Comment, enfin, déterminer, si ce n'est par des essais pratiques, le comportement des plantes cultivées sous un *verre martelé* sachant que celui-ci modifie d'importante façon le trajet des rayons lumineux qui atteignent une de ses faces et que l'établissement de son spectre d'absorption présente des difficultés particulières ?

II. — ETUDE PRATIQUE

Les considérations ci-dessus énoncées nous ont amené à entreprendre des essais, modestes quant à leur amplitude eu égard aux possibilités restreintes dont nous disposions, dans le but de nous faire une idée des résultats expérimentaux possibles.

Ces essais, quoique obtenus dans des conditions ne permettant pas de leur attribuer une valeur scientifique certaine vu le nombre de « répétitions » trop faible, nous permettent cependant d'augurer favorablement quant aux prochains essais que nous nous proposons d'effectuer.

A. — Matériel utilisé.

Couches.

Nous avons adopté un système de couches à montants en bois de dimensions telles que le châssis supérieur qui s'y adapte soit un monovitre (1,40 m $\times$ 0,71 m) celui-ci est incliné sur l'horizontale d'un angle choisi en tenant compte de la hauteur moyenne du soleil au-dessus de l'horizon (cf. figures 1, 2 et 3).



Fig. 1.

Vue d'ensemble des essais.

Les couches sont orientées Nord-Sud, la face Sud ayant une hauteur de 35 cm et la face Nord de 60 cm; ces dimensions dépassent celles couramment utilisées mais elles permettent de disposer d'un plus grand volume d'air, ce qui est indispensable pour la culture de plantes de taille relativement élevée. Les monovitres sont amovibles et s'adaptent d'une façon hermétique sur le châssis fixe. Afin d'accentuer au maximum les différences spécifiques produites sur les plantes par les vitrages utilisés, les parois latérales sont également en verre, contrairement à l'usage établi dans la construction des couches. De la sorte, nous disposons, pour nos essais, de « warenhuizen » miniatures.

Verres.

Compte non tenu des « répétitions » cinq parois vitrées de nature différente ont été utilisées :

vitrage A. — verre *semi-double* de 3 mm d'épaisseur (verre à vitre ordinaire) ;



Fig. 2.

Face Nord d'une couche (couche A).

Radis et laitues (plantes plus claires sur la photographie) sont bien visibles.

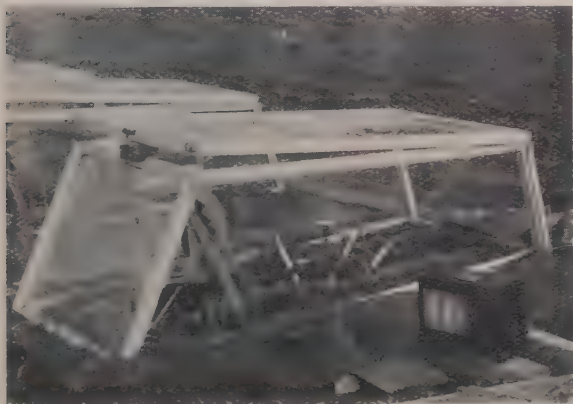


Fig. 3.

Vue de la même couche (A).

On distingue le petit abri météorologique contenant le thermohydropgraphe et, au premier plan, l'enregistreur de température du sol.

vitrage B. — verre *martelé* de 3 mm d'épaisseur, présentant une face plane et une face martelée, cette dernière étant dirigée vers l'intérieur de la couche;

vitrage C. — *double paroi* formée de deux feuilles de verre demi-double posées à même la battée, *sans mastic*, et séparées l'une de l'autre par une couche d'air de 3,5 mm d'épaisseur, le tout fixé par des lattes en bois;

vitrage D. — *double paroi* formée comme en C mais posée *avec mastic* (ce qui réduit les échanges de chaleur avec l'air extérieur); enfin

vitrage E. — *double paroi* formée de deux feuilles de verre demi-double juxtaposées, séparées entre elles par une *couche d'air sec et immobile*, et réunies, sur leur pourtour, par un joint spécial dont la nature varie suivant les firmes productrices, le tout formant une unité hermétique parfaite.

L'écartement entre les deux feuilles de verre des vitrages doubles C, D et E a été choisi de 3,5 mm afin d'isoler, entre ces parois, une couche d'air immobile ou dont les mouvements ne cessent jamais d'être lamineux, ce qui augmente le pouvoir isolant de l'air.

B. — Conduites des essais.

Les couches ont été posées, dès le 23 janvier 1954, sur un terrain rendu au préalable parfaitement homogène. Des mesures de température ont été effectuées à partir de ce moment et sans interruption.

Le 25 février 1954, nous avons semé, dans chaque couche, deux lignes de *laitues* (laitue pommée Prima Vera) et quatre lignes de *Radis* (Rond écarlate), ces lignes étant tracées dans le sens de la longueur des châssis; radis et laitues ont été disposés de façon à ce que se manifestent, sur les premiers tout au moins, les variations dues à leur position par rapport aux vitrages.

Sous de petits abris météorologiques (cf. figures 2 et 3), nous avons disposé des thermohydrographes réglés chaque semaine et placés, pendant sept jours, successivement dans chacune des couches, afin de neutraliser les erreurs de mesure inhérentes aux appareils eux-mêmes. D'autre part, des thermomètres à maxima et à minima nous ont permis de contrôler les températures du sol à une profondeur moyenne de 5 cm et de les comparer à celles relevées par un enregistreur spécial (visible aux figures 1 et 3) dont la tige sensible était placée dans le sol de la couche A à la même distance de la surface que les thermomètres pré-cités.

Nous n'avons malheureusement pu disposer d'appareils enregistreurs en nombre suffisant que pendant les dix premières semaines. Mais seules, les « répétitions » ont été dépourvues de thermohydrographe à partir du mois de mai et les mesures effectuées grâce à des thermomètres à mercure ont réduit cet inconvénient au minimum.

C. — Résultats obtenus.

1) *Température.*

Comme prévu, la température de l'air sous abri météorologique s'élève lorsque l'on passe de l'air libre au coffre formé d'un vitrage simple (A) puis aux couches recouvertes de deux feuilles de verre (C puis D) et enfin au vitrage double contenant de l'air sec et immobile (E) : la *progression croissante de la température moyenne* est donc typique : A, C, D et E.

Prenons deux exemples concrets. Pour la semaine du 25 au 31 janvier 1954, les températures moyennes ont été de -9° C à l'extérieur, $-2,5^{\circ}$ C sous le vitrage A, $-1,5^{\circ}$ C sous C, $-0,5^{\circ}$ C sous D, et enfin $+0,5^{\circ}$ C sous le double verre E. Ces valeurs correspondent à un temps très froid, avec fortes gelées et vent d'Est violent mais ciel serein et soleil pendant la journée, ce qui permettait à la température des couches de se relever fortement de jour.

Par contre par ciel couvert, air humide, pluies froides et brouillard, (8 au 14 février 1954), les écarts entre traitements ont été moins marqués mais, malgré l'apparition de certaines « inversions » de température, les moyennes relevées ont été successivement de $1,5^{\circ}$ C (air), 3° C (A) et environ $3,5^{\circ}$ C (C, D et E), les différences entre les trois derniers vitrages n'étant pas suffisantes pour être mentionnées; notons cependant qu'elles semblaient confirmer la loi de progression énoncée plus haut.

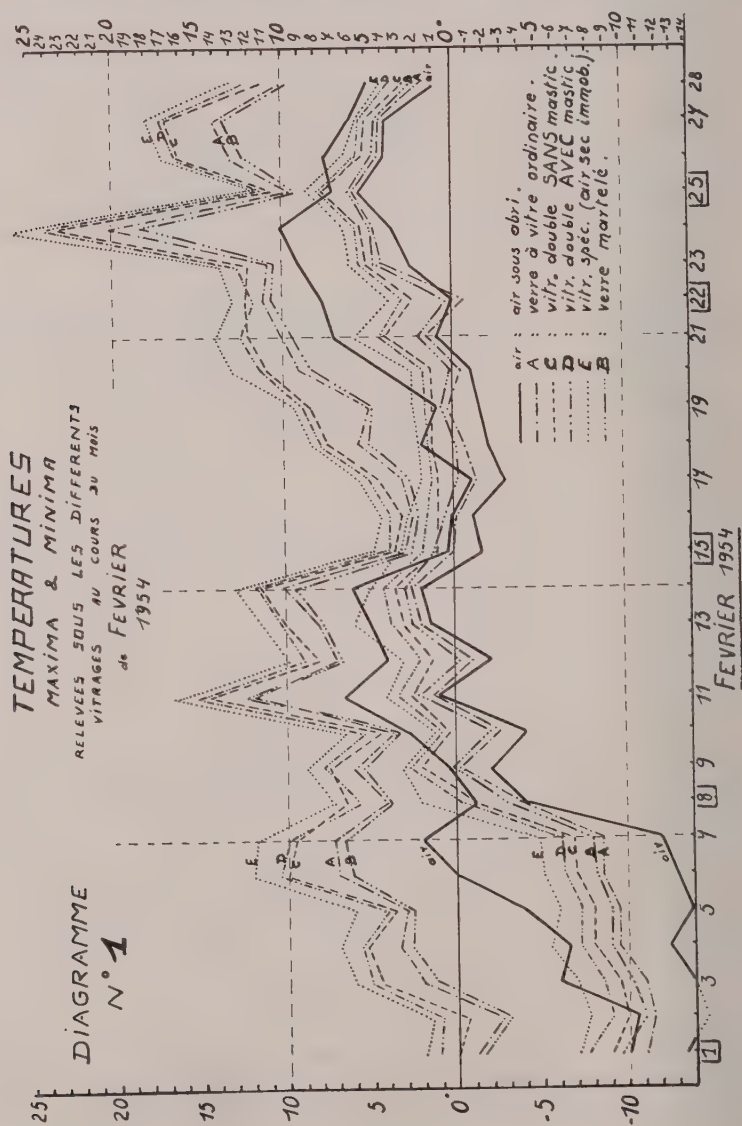
Le *verre martelé* se comporte d'une façon plus complexe. Il nous paraît, toutefois — mais gardons nous de tirer des conclusions prématurées — que, sous un vitrage martelé, les variations de température sont moins accentuées que sous un vitrage simple; ce verre jouerait, en quelque sorte, le rôle d'isolant thermique réduisant les écarts entre températures extrêmes; ce phénomène s'expliquerait par les pouvoirs de réflexion respectifs de la face plane et de la face martelée. *Mais les différences existant entre ce vitrage et le verre à vitre (A) ne sont pas assez importantes* pour nous permettre de conclure, d'autant plus que la précision des appareils de mesure utilisés ne dépasse pas le demi-degré centigrade. La poursuite de ces expériences sur verre martelé exigera donc une étude sérieuse des moyens permettant d'augmenter la précision des mesures, ce qui présente une complexité très marquée.

Vu l'importance assez inattendue des variations qui se marquent, dans la température de l'air, sous divers écrans de verre, nous croyons opportun de donner ici les mesures effectuées, pendant un mois complet, mois choisi de façon à donner une idée concrète de ces variations pour plusieurs types de « temps ».

Le *diagramme 1* indique les *températures maxima* (courbes supérieures) et les *températures minima* (courbes inférieures) relevées sous les différents vitrages A, B, C, D et E ainsi que celles de l'air extérieur (sous abri météorologique posé à 30 cm au-dessus du niveau du sol), au cours du mois de février 1954. Il n'est pas tenu compte de l'heure à

laquelle ces valeurs extrêmes ont été obtenues; disons simplement que, en règle générale, les maxima furent atteints vers 14 heures et les minima, vers 5 heures.

Remarquons que, par temps froid mais ensoleillé (6 février par exemple), les différences entre vitrages et air libre sont très nettes : elles



atteignent respectivement, en ce qui concerne les températures maxima 7; 6,5; 10; 10,5 et 13 degrés centigrades et 4,5; 5; 6; 6,5 et 8 degrés centigrades pour les températures minima.

Par temps humide, froid, ciel couvert, pluie fine ou brouillard, la température varie peu d'un châssis à l'autre et diffère très peu de celle de l'air libre, pouvant même parfois lui être inférieure (15-16 février 1954). Notons que les 1, 8, 15, 22 et 25 février, les couches ont été « ouvertes » pour permettre le réglage des appareils et le semis des radis et laitues. Il en a résulté un sérieux refroidissement de l'air sous ces châssis et un abaissement de la température maximum au cours de ces journées. Le diagramme 1 doit donc être lu en tenant compte de ces modifications.

Nous avons pu enregistrer la *température à 5 cm sous la surface du sol* dans le cas du vitrage simple A. Par temps froid, elle suit, à peu de chose près, les variations de celle de l'air extérieur sauf entre midi et 14 heures, où elle atteint des maxima légèrement supérieurs. Par contre, pendant une période de chaleur, le sol peut être plus chaud que l'air extérieur, sa courbe de variation de température suivant, avec un certain retard toutefois, celle de l'air de la couche (mesurée à l'abri des rayons solaires) (cf. diagramme 2). Il est aussi intéressant de comparer cette *t° du sol* sous le vitrage A à *celle d'un sol nu*; le diagramme 2 mentionne ces deux courbes comme d'ailleurs un certain nombre de *données météorologiques* de nature à permettre au lecteur de comprendre exactement les phénomènes qui se passent sous un vitrage, phénomènes dont seule l'action résultante et globale est perçue. Ces données nous ont été gracieusement fournies par la « Station de Physique et de Chimie agricoles ». L'examen de ces courbes permet de tirer de nombreuses conclusions mais nous ne nous attarderons pas davantage sur ce sujet pour le moment. Signalons cependant encore que, à notre connaissance, il n'existe pas, dans la littérature, de relevés montrant les variations de la température qui règne dans les couches non chauffées. Comme ceux-ci peuvent donner maintes indications très utiles à l'agronome, nous avons cru bon d'entrer dans des détails, nous bornant toutefois à effleurer certains sujets.

2) *Luminosité.*

La détermination de la quantité exacte de lumière reçue par les plantes sous les divers châssis est très malaisée. En effet, elle doit tenir compte du mouvement journalier du soleil dont les rayons frappent les différentes parois vitrées sous un angle essentiellement variable. D'autre part, nous ne disposons pas d'appareils permettant la mesure de l'intensité des rayons lumineux de diverses longueurs d'onde. Les seules indications que nous possédions sont le *rayonnement solaire global capté par un solarigraphe* (et exprimé en calories-grammes/cm² min) et le « *nombre d'heures de soleil brûlant* » enregistré par un héliographe (cf. diagramme 2). Ces données, jointes à celles énoncées plus haut permettent déjà de résoudre un certain nombre de problèmes que nous espérons pouvoir aborder dans un prochain travail.

d'effectuer une étude physique du trajet des rayons lumineux frappant pareil vitrage. Nous ne nous étendrons, par conséquent, pas plus longuement sur ce problème de la « luminosité ».

3) *Matériel vivant.*

Comme nous l'avons dit, celui-ci consiste en radis et laitues semés en lignes parallèles et alternées. Afin de n'introduire aucune source de chaleur que nous ne puissions contrôler avec exactitude, nous n'avons pas fait emploi de fumier, ce qui a certainement allongé le temps mis par ces plantes pour atteindre leur « maturité », fait d'importance secondaire car ce n'est pas à proprement parler une étude sur la précocité que nous désirions effectuer, mais plutôt un *examen des différences de rendement qui apparaissent chez des plantes cultivées sous des vitrages divers*, rendement calculé à un moment donné, choisi plus ou moins arbitrairement.

a) RADIS.

Il est intéressant de noter les variations de taille de ces plantes en fonction de leur situation par rapport aux parois vitrées : les radis des deux lignes placées au centre de la couche étaient nettement plus développées que ceux près du vitrage : cette différence était encore plus accentuée dans le voisinage de la paroi exposée au Sud, tandis qu'elle s'affaiblissait le long de la paroi Nord. Nous ne pouvons passer sous silence le fait que ce « nanisme » atteignait non seulement le système foliaire mais aussi les hypocotyles eux-mêmes, ces derniers étant cependant parvenus à une taille normale inférieure à la moyenne, une dizaine de jours plus tard, alors que le feuillage n'avait presque pas changé.

La première récolte fut exécutée le 13 avril 1954. Seuls étaient suffisamment développés les radis des deux lignes centrales. Nous avons pesé et mesuré 25 plantes prises *au hasard* parmi celles dont l'hypocotyle était bien formé. Il faut, en effet, tenir compte du fait que, à côté de radis bons à être récoltés, il en est qui sont nettement en retard et ne présentent aucune valeur commerciale. Les autres « bonnes » plantules ont été pesées « en vrac », plantes entières puis système foliaire seul. La moyenne de ces mesures s'est, dans tous les cas, située dans le voisinage immédiat des valeurs données dans les tableaux annexés au présent travail et représentant l'image de la récolte faite sous chaque châssis (différence maximum de 3,42 %).

Le 20 avril eut lieu la seconde récolte, celle des radis croissant près du vitrage. Ces derniers avaient atteint, grosso-modo, les dimensions de ceux qui avaient fait l'objet de la première récolte.

Le *tableau 1* donne le poids moyen, le volume moyen et le poids spécifique moyen des radis cultivés sous chacun des vitrages A. B. C. D et E, tandis que dans le *tableau 2*, sont consignées les mensurations faites sur le système foliaire de ces mêmes plantes.

TABLEAU 1.

Poids moyen, volume moyen et poids spécifique moyen des hypocotyles des radis cultivés sous chacun des vitrages A, B, C, D et E; poids frais total des mêmes plantes. Les résultats obtenus dans la première couche servent de référence pour les comparaisons de rendement.

Nature du vitrage	HYPOCOTYLES						PLANTES (dans leur entièreté)	
	Poids moyen		Volume moyen		Poids spécifique		Poids frais total	%
	g	%	cm ³	%	g/cm ³	%	g	%
A (verre à vitre ordinaire)	1 ^{re} réc.		3,24		1,121		5,69	
	2 ^e réc.		2,92		1,050		4,45	
	Moy.	100	3,08	100	1,085	100	5,07	100
B (verre martelé)	1 ^{re} réc.		2,76		1,021		4,52	
	2 ^e réc.		4,11		0,972		5,41	
	Moy.	98	3,43	111	0,996	92	4,96	97,8
C (double paroi sans mastic)	1 ^{re} réc.		4,16		0,990		7,03	
	2 ^e réc.		4,21		1,002		6,60	
	Moy.	122	4,19	136	0,996	92	6,82	134
D (double paroi avec mastic)	1 ^{re} réc.		5,46		0,963		7,54	
	2 ^e réc.		5,44		0,953		7,03	
	Moy.	144	5,45	177	0,958	88	7,28	144
E (double paroi avec air sec)	1 ^{re} réc.		6,11		0,982		9,61	
	2 ^e réc.		5,98		1,041		8,63	
	Moy.	179	6,05	196	1,012	93	9,12	177

TABLEAU 2.

Mensurations effectuées sur le système foliaire des radis cultivés sous chacun des vitrages.

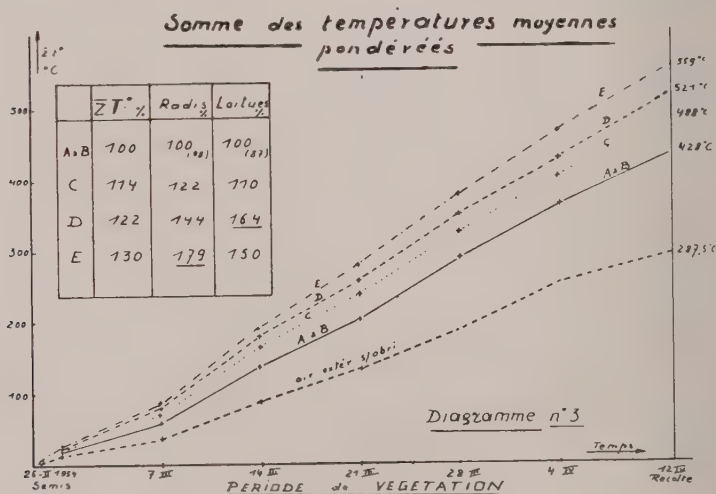
Nature du vitrage	SYSTÈME FOLIAIRE														
	1 ^{re} et 2 ^e feuilles				3 ^e et 4 ^e feuilles				Surface moy. du limbe	Surface moy. du limbe	ϵ				
	Ensemble du système foliaire (<i>cotylédons</i>)		Longueur moyenne		Largeur moyenne		Surface moy. du limbe					Longueur moyenne		Largeur moyenne	
	Poids frais g	%	de la feuille mm	du pétiole mm	du limbe mm	du limbe mm	mm ²	%				de la feuille mm	du pétiole mm	du limbe mm	du limbe mm
A (verre à vitre ordinaire)	1 ^{re} rec. 2 ^e rec. Moy.	2,09 1,37 1,73	100	111 84,5 97,7	45,3 33,6 39,4	65,7 51,0 58,3	31,1 28,1 29,6	1605,8 1122,8 1355,3	100	85,2 84,5 84,8	34,9 33,6 34,2	50,3 50,9 50,6	28,8 24,0 26,1	1137,8 959,1 1048,7	100
B (verre marbré)	1 ^{re} rec. 2 ^e rec. Moy.	1,78 1,36 1,67	96,7	106,4 92,9 99,7	48,2 35,3 41,7	58,3 57,6 58,0	32,1 26,3 29,2	1470,1 1188,2 1329,1	98,7	71,9 66,8 70,8	33,7 30,1 31,9	41,3 36,6 38,9	28,3 25,2 26,7	915,2 724,1 819,8	78
C (double paroi sans mastic)	1 ^{re} rec. 2 ^e rec. Moy.	3,03 2,46 2,75	159	126,0 104,3 115,3	56,5 45,6 51,1	69,6 58,9 64,2	33,9 29,5 31,7	1850,1 1366,5 1599,4	118	121,8 115,9 118,8	37,1 38,4 37,7	61,7 54,1 61,1	37,5 30,8 34,2	1908,8 1388,4 1638,8	156
D (double paroi avec mastic)	1 ^{re} rec. 2 ^e rec. Moy.	2,74 2,22 2,48	143	116,2 100,8 108,5	47,5 43,0 45,3	68,8 57,7 63,2	34,5 32,8 33,6	1862,1 1485,6 1673,8	124	100,6 98,5 99,5	41,0 46,7 43,8	39,6 31,3 38,7	37,0 32,9 34,9	1734,3 1336,8 1527,5	146
E (double paroi avec air sec)	1 ^{re} rec. 2 ^e rec. Moy.	3,59 2,44 3,02	174	134,4 104,1 119,4	56,5 42,2 49,4	77,8 62,2 70,0	37,2 31,8 34,5	2274,9 1594,5 1913,2	140	121,1 100,2 110,7	54,3 47,1 52,2	63,8 53,1 58,4	39,7 32,7 36,2	1986,9 1366,3 1676,6	159

A titre de comparaison, nous avons donné aux résultats obtenus sous le vitrage A, la valeur 100 %, les autres pourcentages indiquant ainsi directement les différences entre traitements. Ces pourcentages représentent la moyenne arithmétique de ceux calculés pour chaque récolte et que nous n'avons pas mentionnés pour ne pas alourdir inutilement ces tableaux, d'autant plus que les premiers donnent une idée réelle des résultats complets.

Dans l'ensemble, tant au point de vue hypocotyles que système foliaire, les dimensions relevées croissent de A vers C, D et E. C'est donc, en ce qui concerne le radis, le *double vitrage avec air sec et immobile qui donne les résultats les meilleurs*; le verre martelé (B) accuse, par rapport au vitrage ordinaire, des différences faibles et non significatives mais qui semblent cependant au désavantage de ce verre.

Dans chaque traitement, le feuillage, pris dans son ensemble, s'est grosso modo développé d'une façon parallèle à celle des hypocotyles et les pourcentages obtenus, par rapport au traitement A, vérifient aussi leurs correspondants, bien que certaines différences apparaissent dans le relevé des dimensions des feuilles analogues sur chaque plante.

Pour matérialiser les différences dans la température qui a régné sous les divers châssis pendant la période de croissance des plantes, nous avons cru bon de reprendre une ancienne notion très peu en faveur chez les agronomes modernes, mais qui, cependant, donne des résultats intéres-



« Somme des températures moyennes pondérées » calculée pour la période allant du semis des radis et laitues (26 février 1954) à la récolte (12 avril 1954). Le tableau montre que les rendements des plantes (en % de la récolte sous le vitrage A) sont liés, par une relation étroite, aux valeurs correspondantes de la somme de température et suivent une progression parallèle.

sants : c'est la « somme de température », grandeur liée à la quantité totale de chaleur reçue par une plante au cours de son cycle végétatif. (cf. diagramme 3). En planimétrant les courbes relevées par les appareils enregistreurs, nous avons calculé la température moyenne correspondant à chaque semaine et l'avons multipliée par 7, nombre de jours pendant lesquels elle est sensée avoir régné. Nous avons ainsi obtenu ce que nous pouvons appeler la « somme des températures moyennes pondérées ». Il est curieux de constater que les récoltes produites par les radis pour les divers traitements sont plus ou moins proportionnelles à la somme de température correspondante (cf. diagramme 3), pour autant, croyons-nous, que cette dernière ne dépasse une limite propre à cette plante, ce qui ne s'est d'ailleurs pas présenté, au cours de nos essais, pour le radis: il n'en va pas de même avec la laitue, ainsi qu'on peut le voir au paragraphe suivant. Nous sommes en mesure de supposer que la tubérisation des radis exige une somme totale de l'ordre de 600° C pour autant que l'augmentation de rendement suive la loi qui se dégage des résultats obtenus.

b) LAITUES.

Les laitues ont été récoltées le 15 avril 1954, au moment où, dans une culture normale, elles auraient dû être repiquées afin de pouvoir dévelop-

TABLEAU 3.

Poids moyen des laitues récoltées sous les divers châssis, surface moyenne de leur système foliaire total et longueur moyenne des limbes pour l'ensemble du système foliaire (moyenne arithmétique de la longueur du limbe de toutes les feuilles de chaque plante).

Nature du vitrage	LAITUES					
	Poids moy. des plantes		Surface moy. du syst. foliaire total		Longueur moy. des limbes (pour l'ensemble des feuilles)	
	g	%	mm ²	%	mm	%
A (verre à vitre ordinaire)	0,9308	100	148,61	100	39,87	100
B (verre martelé)	0,8091	87	139,25	94	39,56	99
C (double paroi sans mastic)	1,0258	110	162,69	109	43,14	108
D (double paroi avec mastic)	1,5252	164	254,78	171	53,91	136
E (double paroi hermétique)	1,3977	150	222,03	149	51,08	128

per leur « pomme ». Elles avaient été semées dans des lignes situées au $1/4$ et aux $3/4$ de la largeur des couches et occupaient ainsi une situation « moyenne » quant à leur emplacement par rapport aux parois vitrées. Le tableau 3 indique quels sont le poids frais moyen des laitues, la surface moyenne totale du système foliaire et enfin la moyenne des longueurs du limbe des feuilles, moyenne calculée à partir de la longueur moyenne du limbe pour l'ensemble des feuilles de chaque plante.

Il n'existe aucune relation intéressante à signaler entre les dimensions des feuilles : celles-ci sont essentiellement variables, ne suivent aucune loi, mais se compensent finalement de façon à donner une surface foliaire totale proportionnelle au poids des plantules. Les valeurs maxima ont été atteintes, cette fois, sous le vitrage D (double paroi posée avec mastic), ce qui semble indiquer que les besoins en chaleur des laitues sont inférieurs à ceux des hypocotyles des radis (cf. diagramme 3). D'ailleurs, la culture de ces laitues n'a pu être poursuivie sous couches car les plantes n'ont pas supporté les hautes températures qui s'y sont produites après la date de leur repiquage, et ce quoique les châssis supérieurs aient été soulevés (comme l'indiquent les photos reproduites plus haut).

III. — RESUME ET CONCLUSIONS

De cette courte série d'essais effectués dans le but de recueillir quelques indications premières sur la valeur de certains verres en tant que matériaux de construction pour couches, « *warenhuizen* » et serres, il ressort que des différences très sensibles se marquent, non seulement dans les températures sous ces différents vitrages, mais aussi dans le rendement des cultures qui y sont effectuées.

En effet, la température moyenne de l'air dans des couches formées de plusieurs espèces de vitrages croît depuis A (verre à vitre ordinaire) jusqu'à C (double vitrage posé sans mastic) et D (double vitrage posé avec mastic) pour atteindre son maximum en E (double feuille de verre scellée et contenant de l'air sec et immobile), le verre martelé B posant des problèmes spéciaux car les maxima atteints dans ce cas sont légèrement inférieurs à ceux relevés sous le vitrage A.

Les radis et les laitues cultivés sous ces écrans ont donné les résultats repris aux tableaux 1, 2 et 3; ceux-ci montrent clairement que le double vitrage E surclasse les autres en ce qui concerne la culture des radis, tandis que, pour la laitue, c'est le vitrage D qui semble devoir être préféré.

Nous espérons pouvoir étendre ces essais et les intensifier : ces premières données permettent, en effet, d'augurer favorablement quant à la réussite d'expériences ultérieures.

SUMMARY

A first series of experiments, on a small scale, have been executed in view of scientifically determining (not empirically) the most appropriate use of the various sorts of glasses in the building of glass-houses, hotbeds, « *warenhuizen* », a.s.o.

Wooden garden-frames have been covered to this effect with the following glass-walls :

- A. — slang glasses (3 mm thickness);
- B. — hammered glasses (3 mm);
- C. — double-glasses composed of 2 sheets of slang glasses laid without mastic and separated by an air-space of 3,5 mm;
- D. — same double-glasses but laid with mastic; and
- E. — double and special glasses formed with two sheets of 3 mm. superposed so as to maintain between them a dry and motionless, 3,5 mm air-space.

The average temperature experimented under these different sorts of glasses increases from A to E, the hammered glass stating a particular problem: in this latter case, the maximum temperatures observed are lightly inferior to those observed under a slang glass.

Radish and lettuce grown under these walls have given the results stated under tables 1, 2 and 3. These results are clear enough by themselves and allow us to believe that ulterior experiments will come to a favourable end.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions que tous, Professeurs, Assistants et ouvriers qui ont bien voulu nous aider de quelle façon que ce soit, trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude. Des remerciements particuliers s'adressent principalement à Messieurs les Professeurs Blanjean, Debuissou, Fouarge, Lecrenier et Noirfalise qui ne nous ont pas ménagé leurs conseils et qui ont gracieusement mis à notre disposition le matériel dont nous avons besoin.

CENTRE DE CARTOGRAPHIE DES SOLS

Organisme subside par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture, (I.R.S.I.A.).

Les Sols Ardennais

I. — Etude morphologique et génétique des sols bruns acides et des sols podzoliques du Plateau de Saint-Hubert ()*

par

A. PECROT et P. AVRIL

Depuis quelques années, le Centre de Cartographie des Sols a entrepris l'étude systématique des sols de Belgique.

Nous nous proposons d'exposer ici les résultats des premières prospections dans le massif forestier de Saint-Hubert, qui comprend les bois de Nassogne, de Saint-Michel, de Freyr et du Roi Albert, et couvre une superficie de 12.000 hectares environ.

Dans un travail récemment publié dans le même bulletin, G. MANIL et al. (1) ont exposé les résultats d'une première étude qu'ils ont effectuée sur les sols qui nous intéressent dans la présente note. Se plaçant à un tout autre point de vue, les auteurs ont cherché à acquérir une idée sur la variabilité de certaines propriétés chimiques ou physico-chimiques (acidité, matières organiques, etc.), liées à la biodynamique de ces sols. De notre côté, nous essaierons de définir leurs traits morphologiques particuliers, de jeter les bases de leur classification, et de caractériser autant que possible les lois générales de leur distribution.

Ce premier exposé ne traitera que des sols non hydromorphes. Dans une publication ultérieure, les vastes complexes de « fagnes » et tourbières, qui couvrent environ un quart de la superficie du massif, seront étudiés.

L'étude des sols du plateau, dont la partie centrale est restée assez bien à l'abri des déprédations humaine, présente un grand intérêt dans les recherches de genèse pédologique. Le côté pratique et économique n'est point négligeable non plus, car la sylviculture ne peut délaissier aucun facteur dans l'étude des problèmes qu'elle doit résoudre; elle doit tenir

(*) Déposé à la rédaction le 4 juin 1954.

compte des qualités spécifiques des différents types de sols, tout autant que l'agriculture et la pratericulture.

Ce premier aperçu ne constitue qu'un exposé des résultats des travaux sur le terrain. Des données analytiques plus nombreuses devront dans l'avenir, fournir d'indispensables précisions.

ETUDE DES FACTEURS GENETIQUES

Pour la région étudiée, le facteur climat (*) peut être considéré comme uniforme du point de vue pédogénétique; comme il résultera de l'étude de la roche-mère, le facteur temps peut également être considéré comme constant. Par contre, l'influence humaine s'est avérée localement très considérable par les modifications profondes que des siècles d'exploitation abusive ont causées à la végétation naturelle. Nous devons donc étudier ce facteur isolément.

Il résulte que l'évolution des sols du massif est déterminée par l'interaction variable de quatre facteurs : la roche-mère, la topographie, la végétation et l'intervention humaine (2).

La Topographie et la Roche-Mère.

Le massif étudié est un plateau ondulé, où la moyenne des pentes est de 5 %. Il est incisé de profondes mais étroites vallées, dont les versants accusent des pentes de 30 % et plus : citon la Masblette, la Basseille, la Bilaude, la Wamme, et la plupart de leurs affluents. Beaucoup de ces rivières drainent les fagnes et tourbières qui s'étendent au centre du plateau. Les bordures Ouest et Est du massif sont de longues pentes de 10 à 15 % avec localement quelques abrupts.

D'après la carte géologique détaillée de Belgique (4), le massif est entièrement situé sur les dépôts schisto-gréseux du Coblencien inférieur (Cb₁) formant au Nord de St-Hubert, un dôme allongé vers le Nord, connu sous le nom de l'anticlinal de Halleux. Dans son mémoire sur « l'Eodevo-nien de l'Ardenne et des régions voisines » (5), M. ASSELBERCHS distingue deux assises : le Siegenien inférieur (S₁) et le Siegenien moyen (S₂). Celui-ci est en moyenne moins siliceux et plus tendre; de profondes incisions s'y sont creusées.

La roche dure est rencontrée à très faible profondeur sur les versants et les crêtes vives; elle est alors recouverte d'un mince dépôt d'altération dont la composition lithologique est en relation étroite avec celle du sous-sol rocheux. Très localement, sur des pentes fortes ou des ruptures de

(*) Le « climat » du plateau, situé à une altitude moyenne de 500 m peut être caractérisé (3) par :

— précipitations : 1.000 à 1.200 mm (légers maxima en juillet et décembre)

— t° moyenne de l'année : 7° C

— t° moyenne de la période de végétation : voisine de 13° C

(Ces moyennes varient assez bien avec l'exposition)

Les brouillards y sont fréquents tant au printemps qu'en été.

penne, on trouve des coulées de gros débris quartzitiques recouvrant des dépôts de matériaux plus fins. Ces formations sont appelées « coulées pierreuses » ou « pierriers »; elles ont fait l'objet de plusieurs études géologiques (*).

Par contre, sur les pentes faibles et les replats, le socle primaire est généralement recouvert de dépôts meubles, dont l'épaisseur peut atteindre deux à trois mètres. Ces dépôts ont été mis en place à différentes époques par des phénomènes de transports divers parmi lesquels la solifluction périglaciaire a certainement joué un rôle primordial. Leur composition est un mélange variable de produits d'altération du substrat et d'apports éoliens.

Dans ces dépôts meubles, il est généralement possible de distinguer deux couches de composition et d'aspect différents (voir fig. 2).

La couche supérieure possède en général une épaisseur assez constante d'environ 60 cm. C'est un limon brun-jaune, dont la composition minéralogique laisse supposer une proportion importante d'apports éoliens datant de la dernière glaciation (6-7-8); cependant, sa composition granulométrique, bien que relativement constante en ce qui concerne la fraction fine, est assez différente de celle du limon éolien typique de la Hesbaye mais montre comme celui-ci deux maxima, l'un dans la fraction argileuse (0.2 μ), l'autre dans la classe de 20 à 50 μ , celui-ci très atténué. (Cfr fig. 1) (**).

Ces limons contiennent un pourcentage très variable de débris rocheux, de diamètres divers. Les plus gros en même temps que les moins altérés sont des blocs de quartzite. Parmi les plus fins, les débris de phyllades prédominent. La nature de ces débris rocheux est loin d'être toujours en corrélation avec celle du substrat primaire.

La couche inférieure se présente sous la forme d'un dépôt limoneux de composition assez variable, très riche en fins débris rocheux, parfois légèrement roulés. Sa composition granulométrique moyenne est assez semblable à celle du limon superficiel, quoique un peu plus riche dans la fraction fine. Cependant, les résultats individuels sont plus dispersés autour de la moyenne.

Ce dépôt se garnit localement de belles figures de solifluction (nous l'appellerons dans la suite : « couche solifluée »). Il porte assez fréquemment des couleurs rougeâtres et divers autres caractères qui semblent autant d'indices de l'action d'un climat plus chaud, antérieur à la dernière glaciation. Toutefois, le sol en place correspondant à ce climat plus chaud a presque partout disparu par suite, entre autres, de la solifluction. Les minéraux d'origine vraisemblablement loessique, qui caractérisent la couche supérieure sont peu représentés ou absents dans la couche solifluée (9).

(*) Voir par exemple, les travaux de MM. P. FOURMARIER, A. RENIER, A. PIS-SART dans le bulletin de la Société Géologique de Belgique.

(**) D'après des moyennes tirées d'analyses granulométriques effectuées au Centre de Recherches Pédologiques de Gembloux (I.R.S.I.A.).

Sur le plateau, la constance remarquable de l'épaisseur moyenne du limon supérieur pose un problème difficile. Même dans les endroits les plus plats du massif où se trouvent souvent les dépôts limoneux les plus purs, leur épaisseur n'augmente pratiquement pas. Vraisemblablement, les conditions de sédimentation et de fixation du dépôt éolien étaient peu favorables à cette altitude.

Cette couche superficielle est, de plus, constamment fouillée par le puissant système racinaire de la forêt, ce qui contribue à l'uniformisation de sa profondeur et de sa texture.

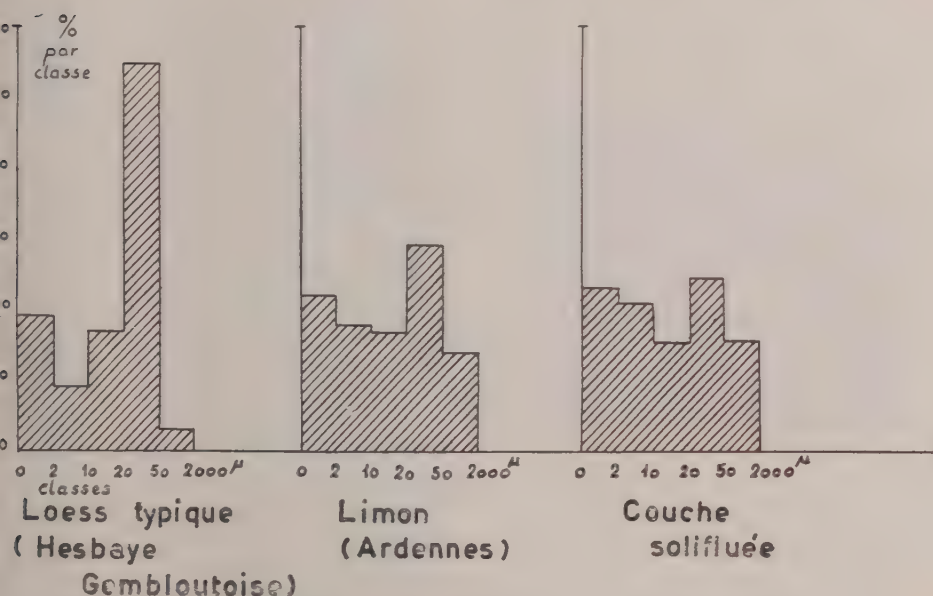


Fig. 1.

Composition granulométrique comparée d'un loess typique, du limon et de la couche solifluée.

La couche solifluée joue un rôle important dans le comportement du profil, car elle est fréquemment indurée, du moins à sa partie supérieure, et peu perméable à l'eau et aux racines. Elle acquiert alors une consistance cassante (*brittleness*) et se garnit d'un réseau grossièrement polygonal de fentes verticales remplies d'un colmatage limoneux grisâtre, que suivent quelques rares racines. Les horizons atteints par ce phénomène d'induration encore mal connu et présentant divers autres caractères sont appelés « *Fragipan* » (de *fragilis* = cassant) par les auteurs Américains (10).

Certains de ceux-ci ont essayé d'expliquer le mécanisme de cette induration. Les uns (1) l'ont attribuée au mode de dépôt, d'autres y ont vu un phénomène pédologique, une sorte de cimentation par la silice (12-13-

14) ou l'alumine (15). Quelques analyses (*) effectuées sur nos matériaux ardennais n'ont pas permis de constater une augmentation significative de ces éléments dans l'horizon induré, mais seulement une teneur plus élevée en fer total et libre.

Le socle primaire que l'on retrouve à une profondeur variable, est souvent altéré très profondément lorsqu'il est de nature phylladeuse ou psammitique. L'altération est beaucoup moins forte s'il s'agit de quartzites.

D'une façon générale, il semble que ces dépôts possèdent une large extension dans des paysages peu entamés par l'érosion. Ils sont souvent couverts de forêts.

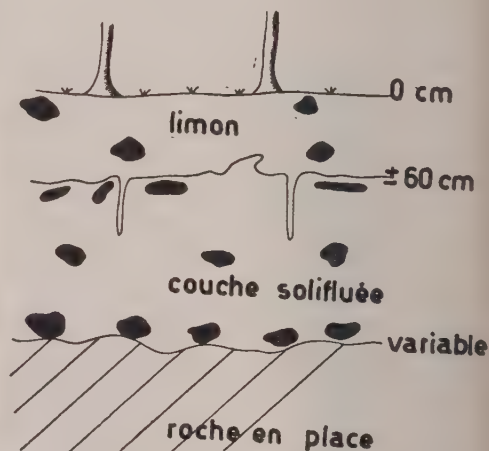


Fig. 2.

Photo et schéma de la succession verticale des dépôts communs à beaucoup de sols du plateau.

Dans les sites au relief plus accidenté, les sols sont en moyenne plus superficiels, les placages limoneux possèdent une extension plus faible, la couche solifluée est moins fréquente et ne présente que rarement les caractères d'induration et de perméabilité lente qui lui mériteraient l'appellation de «Fragipan». Ces conditions sont probablement dominantes dans les paysages ardennais cultivés. Il semble donc qu'aux principaux paysages de l'Ardenne va correspondre une répartition différente des sols.

La topographie détermine ainsi fréquemment la profondeur et la nature de la roche-mère pédologique en contrôlant l'activité de l'érosion, tandis qu'en induisant des différences sensibles dans les conditions micro-climatiques, elle fait varier l'état de la végétation naturelle, (essaim climacique). On verra ainsi que l'exposition Sud ou Ouest est aride et peut déterminer une évolution podzolique du profil. Le secteur Nord est plus frais.

(*) Résultats fournis par G. HANOTIAUX, assistant à la Chaire de Pédologie.
I. A. Gx.

La Végétation.

M. A. NOIRFALISE (16-17) a décrit les corrélations que l'on trouve habituellement entre les *grandes associations végétales* et les caractères principaux des sols Ardennais.

L'association à *Asperule* est exceptionnelle sur le plateau de Saint-Hubert. On en trouve seulement quelques mètres carrés, dans le cours supérieur de la Bilaude, creusé dans un banc particulièrement fossilifère du Siegenien moyen.

L'association à *Fétuque* est mieux représentée. Elle s'étend sur des sols appelés plus loin « Sols Bruns Acides », profonds, perméables, bien structurés, développés sur des roches phylladeuses assez tendres, parfois fossilifères du Siegenien moyen. On trouve cette association sur certains plateaux et sur des pentes exposées de préférence au Nord.

L'association à *Luzule* possède sans doute l'extension la plus large. Elle s'étend également sur des « sols Bruns Acides » dont les propriétés sont toutefois moins favorables : ce sont souvent des sols peu perméables, à horizon soliflué et induré : une couche d'humus assez acide (moder) de quelques centimètres, noirâtre, feutrée, commence à s'accumuler : la structure du profil est plus tassée, moins grumeleuse.

L'association à *Myrtille* s'étend sur les sols à évolution podzolique, appelés plus loin « sols bruns podzoliques » et même « Podzols ». Ces profils se trouvent de préférence sur les dépôts rocailleux et siliceux des versants exposés au secteur Sud et aux environs immédiats des tourbières et fanges. Leur extension s'élargit assez sensiblement sur la périphérie du massif forestier où les déprédations humaines se sont exercées profondément et pendant de longs siècles.

L'Intervention de l'Homme.

En de nombreux endroits, l'équilibre naturel a été troublé par l'exploitation effrénée (18) de la forêt tant à des fins agricoles (essartage, écobuage, soutrage, pâturage) qu'industrielles, (charbon de bois — écorçage) ce qui a généralisé l'exploitation en taillis à révolution de plus en plus courte (18 à 15 ans), surtout dans les endroits les plus proches des lieux habités ou des industries locales (Fourneaux (*) de St-Michel, de Ste-Ode), car les transports étaient coûteux et les chemins forestiers peu praticables. Ces pratiques ont amené au cours des siècles un épuisement profond du sol. C'est là sans doute qu'il faut rechercher l'origine des landes à bruyères, des mauvais taillis de chêne appelés « haies » et dans certains cas des tapis de myrtilles qui soulignent très largement les lisières du bloc forestier.

(*) Le minerai était traité en utilisant le charbon de bois comme combustible.

LES SOLS TYPIQUES DU MASSIF FORESTIER

Illustrons ces quelques considérations générales par la description de profils types des grandes catégories de sols, qui possèdent l'extension la plus large dans le massif de St-Hubert. Pour la clarté de l'exposé, seuls des profils très représentatifs ont été décrits.

En réalité, l'intervention variable et nuancée des différents facteurs génétiques donne naissance à de nombreux profils de transition possédant d'une façon peu typique des caractères de plusieurs catégories.

I. Les sols Bruns Acides.

Par ce vocable, nous avons désigné dans nos travaux de cartographie, un sol évolué sans horizon d'accumulation ni argileuse, ni ferrique, ni humique, mais possédant un horizon B qui se distingue seulement par sa structure et un autre caractère secondaire. Un tel horizon est maintenant désigné par le symbole (B).

Le pourcentage de saturation en bases du matériel sorbant est très faible (moins de 10 %) et le pH (H_2O) est souvent situé entre 4 et 5. La couleur du profil, l'absence d'horizons nettement différenciés et l'acidité prononcée lui méritent la qualification de « sol brun acide ». L'horizon soliflué est généralement induré (fragipan) sur les pentes faibles et les replats, et sur les roches pauvres, siliceuses. Il est absent ou n'est pas induré dans un relief plus accidenté, ou sur des roches plus riches, comme les Grauwakes du Siegenien moyen.

A) Sols Bruns Acides à Horizon Induré.

Ce profil occupe de vastes superficies au centre du plateau, loin de toute influence anthropique défavorable.

Ce sol est climacique et semble en bon état, cependant la régénération spontanée de la forêt quoique habituellement suffisante, est capricieuse par endroits. Elle dépend de beaucoup de facteurs encore mal définis, dont l'éclairement et la facilité de décomposition de la litière sont les principaux.

Le type d'association végétale est généralement une hêtraie à luzule blanche (*Luzula nemorosa*) dans laquelle le chêne est peu représenté. Le hêtre y atteint une hauteur de 25 à 30 m.

Le drainage interne du profil est ralenti par la présence de la couche indurée qui limite en profondeur le développement racinaire.

Voici la description d'un profil assez caractéristique :

Situation : Commune de Lavacherie. Forêt de Freyr.

Altitude : 540 m.

Végétation : Hêtraie à Luzule.

Pente : longue et régulière de 5 % vers le Nord.

Roche-mère : dépôt limoneux (loessique) relativement homogène avec environ 10 % en volume de fins débris rocheux divers et reposant à 70 cm sur un second dépôt limoneux plus hétérogène et soliflué.



Hêtraie à Luzule sur Sol Brun Acide à Horizon Induré.

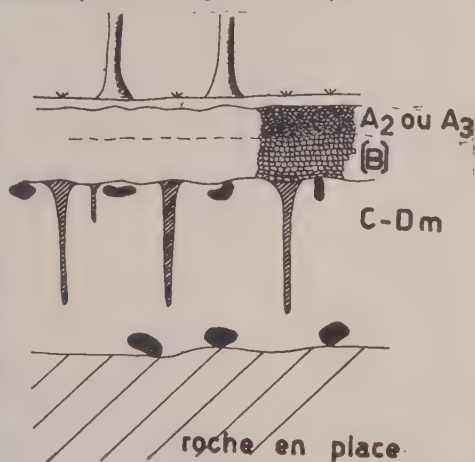


Fig. 3. Profil schématique de Sol Brun Acide

Description :

- $L + A_0$ 1 cm Humus assez brut, noirâtre, par lentilles très irrégulières.
- A_1 0 - 9 cm Limon lourd sableux (*), brun-gris sombre (10 YR 4/2) (**). Structure grumeleuse fine, moyennement développée. Consistance très friable. Bord inférieur diffus et irrégulier. pH 4 (***).
- A_{21} 9 - 25 cm Limon lourd sableux, brun-jaune foncé (10 YR 4/4-5/6). Structure grumeleuse fine, moyennement développée, localement compacte. Consistance friable. Activités radiculaires fortes. Bord inférieur diffus. pH 4,5 - 5.
- A_{22} 25 - 42 cm Limon lourd sableux, jaune-brun (10 YR 6/6). Structure grumeleuse fine, moyennement développée. Consistance friable. Activités radiculaires moyennes. Bord inférieur diffus mais régulier. pH 5.

(*) La dénomination de ces classes texturales est basée sur des analyses granulométriques fournies par le Centre de Recherches Pédologiques de Gembloux. Directeur : G. MANIL.

(**) Ces couleurs sont caractérisées dans le « Munsell Soil Color Chart » dont l'usage tend à se généraliser (couleur de la terre humide).

(***) Les pH sont pris sur le terrain par la méthode de Truog.

(B) 42-70 cm Limon lourd sableux, brun-jaune, très légèrement plus rougeâtre que le précédent (9 YR 5/6). Structure polyédrique fine, bien développée. Consistance friable. Activités radiculaires faibles. Bord inférieur assez net mais irrégulier. pH 5.

C-Dm 70(+) cm Limon lourd sableux induré, jaune-brun (10 YR 6/8) avec fentes verticales grises auréolées d'ocre. Structure polyédrique moyenne, faiblement développée. Localement, la structure est massive. Horizon peu caillouteux Consistance ferme. Activités radiculaires nulles (Fragipan). pH 4,5 - 5.

Remarques :

L'épaisseur de l'horizon A₁ (infiltration d'humus) assez importante dans le profil décrit semble en corrélation avec les bonnes possibilités de régénération naturelle qui caractérisent l'endroit profilé. Dans les plages où la régénération naturelle est faible ou absente, cet horizon diminue beaucoup d'épaisseur et prend une structure feutrée, tandis que les horizons minéraux sous-jacents deviennent compacts et peu aérés.

L'horizon (B) est en moyenne, à peine plus riche en argile que l'horizon A₂ (*). Dans certains cas particuliers, il est même plus pauvre. Si l'on considère de plus la morphologie générale du profil, l'appellation « Sol Brun Acide » est donc bien représentative et correspondrait à une partie des « Oligotrophe Braunerde » des auteurs germaniques.

On n'a pas encore déterminé jusqu'à présent, la raison d'un entraînement aussi faible de l'argile sous un climat pourtant plus humide que celui de la région limoneuse, où le profil est caractérisé par un horizon B d'accumulation argileuse nettement différencié (sol brun lessivé). Faut-il accuser ici certaines particularités de la composition minéralogique de la roche-mère, ou la pauvreté du matériel en bases bivalentes, qui, d'après CLINE (19) s'opposerait au mouvement de l'argile sous un climat tempéré froid ?

B) Sols Bruns Acides sans Horizon Induré.

En dehors du complexe de sols hydromorphes, du centre du plateau, dans les paysages accidentés des versants, des confluent des rivières et des bordures du massif, le profil est plus superficiel. Le matériel est en majeure partie un produit d'altération presque en place du socle primaire, mélangé à une proportion variable d'éléments loessiques. L'incidence de

(*) Ces deux horizons sont caractérisés par des teneurs moyennes en argile de 20 à 22 %; ils seraient à ranger bien souvent dans notre classe texturale des « Limons lourds sableux ». Ils occupent souvent la limite entre le « Silt loam » et les « loam » de la classification Américaine (Soil Survey Manual).

la nature de la roche primaire et de l'exposition sur l'évolution du profil et sa valeur forestière est alors primordiale.

Ailleurs, les roches phylladeuses, parfois fossilifères du Siegenien moyen, donnent même sur des pentes faibles ou des replats, un sol bien structuré et aéré en profondeur. On ne remarque alors aucune induration de la couche solifluée. Les horizons humifères sont particulièrement profonds et bien grumeleux. Ces profils portent une des meilleures associations végétales : la hêtraie à Fétuque (*festuca silvatica*), qui se reconnaît facilement par la hauteur des arbres dépassant 30 m. La régénération y est aisée et abondante et la croissance des jeunes semis relativement rapide.

Voici, en exemple, un sol brun acide, assez typique, trouvé dans l'ouest du plateau.



Hêtraie à Fétuque sur Sol Brun Acide sans Horizon Induré.

*Situation : Commune de Saint-Hubert.
Forêt du Roi Albert.*

Altitude : 430 m.

Végétation : Hêtraie à Fétuque.

Pente : longue et régulière de 5 à 7 ‰ vers le Nord-Ouest.

Roche-mère : dépôt limoneux lœssique assez hétérogène (20 à 40 ‰ de débris de quartzites) reposant à 50 cm sur un horizon soliflué contenant 50 à 70 ‰ de débris de Grauwakes très altérés du Siegenien moyen.

Description :

Litière de l'année (description prise en mars 54) encore peu décomposée.

A₁₁ 0-2-4 cm Limon lourd sableux, brun très sombre (10 YR 2/2) humifère. Structure assez peu visible. Consistance friable. Bord inférieur diffus.

- A₁₂* 2 - 8 cm Limon lourd sableux, brun-sombre (10 YR 4/3-3/3). Horizon d'infiltration d'humus. Structure grumeleuse fine, moyennement développée, localement compacte. Consistance friable. Activités radiculaires très fortes. Bord inférieur diffus, irrégulier. pH 4,5 - 5.
- A₃* 8 - 30 cm Limon lourd sableux, brun-jaune (10 YR 5/5). Structure grumeleuse fine, moyennement développée. Consistance friable. Activités radiculaires très fortes. Bord inférieur très diffus. pH 4,5 - 5.
- (B) 30 - 50 cm Limon lourd sableux, brun-jaune (10 YR 5/6). Structure polyédrique fine, faiblement développée. Consistance friable. Activités radiculaires moyennes. Bord inférieur assez diffus mais régulier. pH 4,5 - 5.
- C-D 50 et + cm Limon graveleux soliflué, brun-jaune avec plus de 70 % de débris de *Grauwakes* du Siegenien moyen. Consistance friable. Activités radiculaires très faibles. pH 5.

Il ne semble pas que l'on puisse différencier d'une façon significative ce profil, du sol brun-acide à horizon induré au moyen de critères chimiques ou physicochimiques, comme l'acidité, la capacité de sorption, ou la saturation en bases, également basses de part et d'autre (1). Il apparaît ainsi que, finalement, des caractères physiques comme une meilleure aération, une perméabilité plus rapide, une profondeur utile aux racines plus importante, déterminent des conditions meilleures pour la végétation dans ce second profil.

II. Les Sols Podzoliques.

A côté des « Sols Bruns Acides » où la couleur uniforme traduit l'absence de mouvement de la fraction colloïdale, il existe des sols dits podzoliques, caractérisés par une instabilité plus grande des combinaisons du fer. Deux stades d'évolution sont morphologiquement distingués : dans le premier stade, un horizon ocre (ou brun-vif : 7,5 YR 5/8) d'accumulation ferrique (B ferrique) se développe directement sous les couches superficielles d'humus brunâtre feutré ou poudreux et acide; cet horizon B possède une structure grumeleuse ou granulaire très fine, une densité faible, et est d'une friabilité telle que dans les cas typiques, l'on peut y faire pénétrer le doigt presque sans effort (fluffy). Ces sols sont appelés « Sols Bruns Podzoliques » (« Brown Podzolic », dans la classification utilisée par le « Soil Survey Staff » U.S.A.). Ces profils seraient également rangés dans les « oligotrophe Braunerde » des auteurs germaniques.

Dans les conditions particulières, comme la présence de gros débris siliceux en surface ou l'accumulation d'humus brut (de résineux surtout),

les composés ferriques se laissent entraîner en profondeur (20) en laissant en surface un horizon grisâtre, cendreux et décoloré (A₂). Ces sols sont universellement connus sous le nom de *Podzols*.

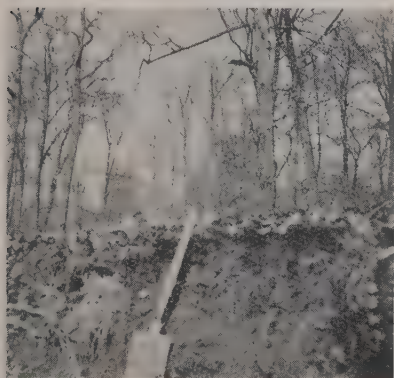
Dans le massif de St-Hubert, ces profils podzoliques sont trouvés dans 3 situations caractéristiques :

- sur des pentes exposées au secteur sud, à sols siliceux subsquelettiques, riches en gros débris de quartzites.
- en auréoles très irrégulières autour des fanges et tourbières.
- enfin, en plages parfois très étendues sur les bordures du massif, à proximité des lieux habités.

Dans les deux premiers cas, le profil est climacique et l'évolution podzolique est régie par des facteurs naturels. Elle est provoquée d'un côté par une exposition défavorable unie à la grande pauvreté du matériel, et à une perméabilité superficielle excessive. Dans le second cas, il est probable que des conditions microclimatiques spéciales : température plus froide, air plus humide, brouillards, gelées plus tardives, nappe phréatique relativement élevée, contribuent à cette évolution.

Enfin, dans le troisième cas, l'évolution a été modifiée par une cause toute artificielle : les déprédations séculaires exercées par l'homme. Ces sols ne sont donc pas climaciques et peuvent être appelés « sols dégradés ».

A. Sols Bruns Podzoliques Climaciques.



Hêtraie à Myrtille
sur Sol Brun Podzolique.

Sur les pentes du secteur sud à ouest surtout, et sur des dépôts superficiels rocaillieux et siliceux, le développement d'un sol brun podzolique est souvent très typique (voir carte). Ces sols sont souvent couverts d'une mauvaise futaie et de larges plages de myrtilles (*Vaccinium Myrtillus*).

Les hêtres bas branchus ont moins de 25 m de hauteur, le chêne y est largement représenté, soit que ses racines pivotantes lui permettent de percer rapidement la couche d'humus brut, soit qu'il ait été artificiellement favorisé. La régénération naturelle y est absente.

Comme on ne retrouve pas de traces nettes d'un profil antérieur, il est permis de supposer que ce sol se trouve en équilibre avec le milieu ambiant et qu'il sera très malaisé de modifier le sens de son évolution et par conséquent ses propriétés agronomiques.

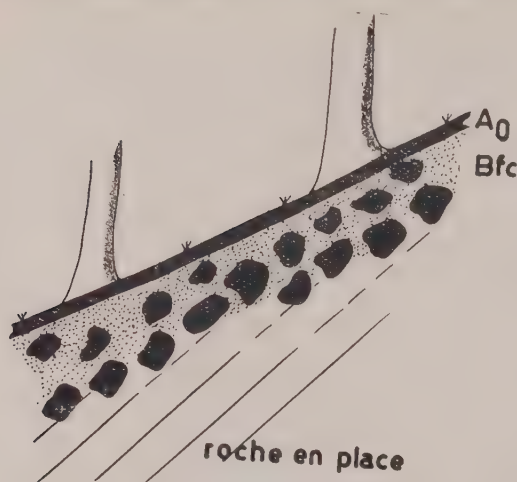


Fig. 4. — Sol Brun Podzolique Climacique.

Voici la description d'un de ces profils jugé typique :

Situation : Commune de Saint-Hubert.

Forêt du Roi Albert.

Altitude : 390 m.

Végétation : Hêtraie à Myrtilles.

Pente : Sud-Sud-Ouest : 10 à 15 %.

Roche-mère : Limon ro-cailleux d'altération de quartzites.

Description :

- A₀* 3 - 0 cm Humus brut, feutré, noirâtre. Nombreuses petites radicelles. pH 4,25.
- A₁* 0 - 6 cm Limon lourd sableux brun à brun-sombre (7,5 YR 4/4). Structure peu distincte; nombreux éléments finement grumeleux. Consistance très friable. Activités radiculaires fortes. Limite inférieure assez diffuse. pH 4,25.
- B_{fe} (*)* 6 - 38 cm Limon lourd sableux brun-vif à jaune-rougeâtre (7,5 YR 5/8-6/8) avec poches de couleur ocre, très apparentes. Structure grumeleuse fine, moyennement développée. Quelques petites plages finement polyédriques. Consistance meuble. Activités radiculaires moyennes, mieux développées à la partie supérieure. Traces d'anciennes racines comblées de limon humifère noirâtre. Limite inférieure diffuse. pH 5.
- B-C* 38 - 53 cm Limon lourd sableux (10 YR 5/6) avec environ 20 % de débris de quartzites frais. Structure polyédrique fine, faiblement développée, avec quelques éléments grumeleux. Consistance friable. Activités radiculaires faibles. pH 5.
- C-D* 53 - 75 cm Limon graveleux brun-jaunâtre (10 YR 5/6) avec 40 à 50 % de débris de quartzites et de

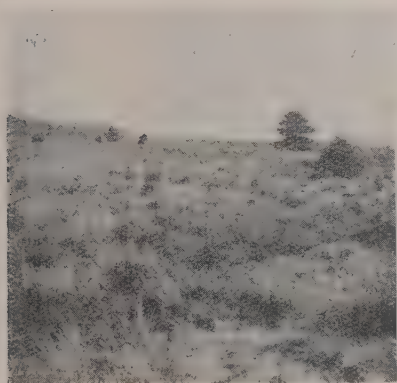
(*) Horizon B ferrique.

quartzophyllades. Horizon de transition. Structure très peu apparente, quelques éléments polyédriques. Consistance très friable. Activités radiculaires très faibles. Limite inférieure diffuse. pH 5.

Dr 75 et + cm Cailloutis à base de quartzites et quartzophyllades. Les cailloux sont enduits de patines argileuses à la face supérieure. Limon intercalaire graveleux. Activités radiculaires très faibles. pH 5,5.

Bien qu'également climaciques, les sols de bordure des tourbières et fagnes diffèrent des sols de pente, en ce qu'ils sont plus profonds et plus limoneux. Ils se rapprochent au point de vue morphologique du profil des « sols dégradés ».

B) Sols Podzoliques Anthropiques ou « Sols Dégradés ».



Les sols anthropiques sont le plus souvent plantés de résineux, mais portent encore par endroits un taillis médiocre où domine le chêne. La lande à bruyère recouvre généralement les plages découvertes. Ces sols présentent une extension considérable en bordure du massif forestier (cfr carte).

Voici la description d'un profil du plateau dans l'évolution duquel l'intervention humaine semble avoir joué un rôle déterminant :

Sols Dégradés plantés de Résineux.

Situation : Commune de Saint-Hubert; en bordure Nord du lieu-

dit « Blanche Fange » où s'étendaient d'anciens prés communaux et essarts.

Altitude : 550 m.

Végétation : Pessière adulte sur ancienne lande à bruyères.

Pente : très longue, régulière, de 3 à 5 % vers le Sud.

Roche-mère : dépôt limoneux loessique, relativement homogène de 70 à 80 cm d'épaisseur, reposant sur un second dépôt limoneux soliflué et induré.

Description :

A₀ 1 cm Constitué d'aiguilles d'épicéas assez bien décomposées.

- Ap** 0 - 10 cm Limon brun-sombre (7,5 YR 3/2). Structure peu visible avec éléments grumeleux très fins. Consistance très friable, densité très faible. Limite inférieure nette mais ondulée avec infiltrations locales de quelques cm dans l'horizon inférieur. Bonnes activités radiculaires. Traces nettes de remaniement par essartage. pH 4,5.
- Bfe (*)** 10 - 40 cm Limon lourd brun-vif (7,5 YR 5/7) un peu plus pâle à la partie inférieure. Structure grumeleuse fine, bien développée. Consistance très friable. Bonnes activités radiculaires. Limite inférieure régulière mais diffuse. pH 5.
- (B)₁** 40 - 57 cm Limon lourd brun-vif (9 YR 5/6) à brun-jaune. Structure polyédrique fine, faiblement développée. Consistance friable. Activités radiculaires moyennes. Limite inférieure diffuse. pH 5.
- (B)₂** 57 - 80 cm Limon lourd sableux, brun-jaune (10 YR 5/6) avec 20 % de fins débris rocheux. Structure polyédrique fine, moyennement développée. Consistance assez friable. Activités radiculaires faibles. Limite inférieure assez nette. pH 5.
- C-Dm** 80 et + cm Limon lourd sableux, brun-vif (7,5 YR 5/6) avec de nombreuses fentes verticales, formant un réseau vaguement polygonal, et remplis d'un colmatage limoneux grisâtre. Horizon induré à structure compacte ou grossièrement feuilletée. Activités radiculaires nulles. Le bord supérieur de cet horizon est souligné par quelques gros débris de quartzites frais. Nombreux petits débris de grès rougeâtres. pH 5,25.

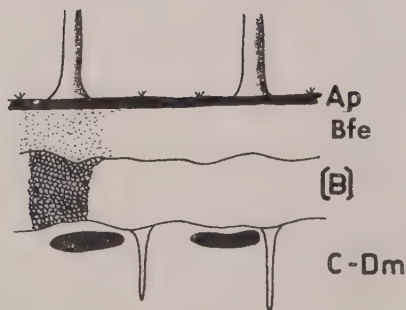


Fig. 5.
Sol Brun Podzolique de Dégradation.

(*) Horizon B ferrique.

Schématiquement, le profil peut se représenter par la fig. 5.

Les horizons (B) sont typiques d'un sol brun acide. Il est donc permis de supposer que l'évolution podzolique s'est surimposée après l'intervention humaine et est la conséquence de l'épuisement des réserves des couches superficielles. Des auteurs américains (19-21) ont décrit des profils de morphologie semblable dans les états de New-York et du Michigan.

Le comportement actuel, l'évolution ultérieure et la valeur agronomique de ces sols épuisés par l'homme, dépendent exclusivement de l'état des horizons superficiels (30-40 cm), il est dès lors possible que des pratiques culturales adéquates (chaulage, épandage d'engrais, hersage, combustion partielle de l'humus brut, éclaircie) (22) permettent de leur rendre une bonne productivité ou du moins d'enrayer leur évolution podzolique.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE CES SOLS

Les sols les plus typiques du massif de St-Hubert, que nous venons de décrire, (à l'exception des sols hydromorphes, qui ont une extension considérable mais ne sont pas étudiés ici), se répartissent dans le paysage suivant certaines normes physiographiques que schématisent les cartes et les coupes annexées. Notons toutefois que dans d'autres régions comme la Forêt d'Anlier (*) et le Plateau des Tailles, les sols développés sur des dépôts semblables, peuvent présenter une répartition peut-être quelque peu différente.

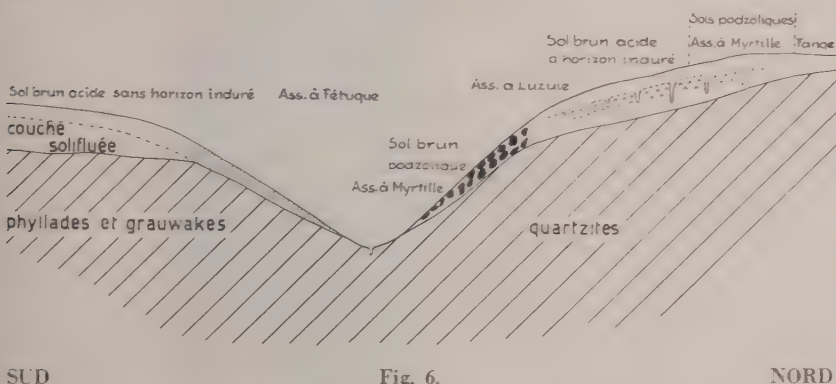


Fig. 6. Répartition des groupes de sols en fonction de la topographie.

CONSIDERATIONS SUR LA GENESE DE CES SOLS

Le caractère distinctif principal des sols étudiés est donc la présence ou l'absence de processus de podzolisation, qui se traduisent d'abord par la mise en liberté des oxydes de fer. Il est ainsi apparu que dans un même matériel, la teneur en fer libre des différents horizons caractériserait le mieux l'état d'évolution des profils étudiés.

Ainsi, un sol « Brun Acide » typique portant une hêtraie à Fétuque, ne montre pas de variation ou une légère augmentation vers le bas, de sa teneur en fer libre à travers le profil. Voici deux exemples :

(*) Nous remercions MM. ROISIN et MATURIN, Gardes Généraux des Eaux et Forêts, qui ont bien voulu nous guider lors d'une visite.

LEGENDE



Sols bruns acides
à horizon induré



Sols bruns acides
sans horizon induré



Sols podzoliques



Pierriers



Sols hydromorphes



Habitations



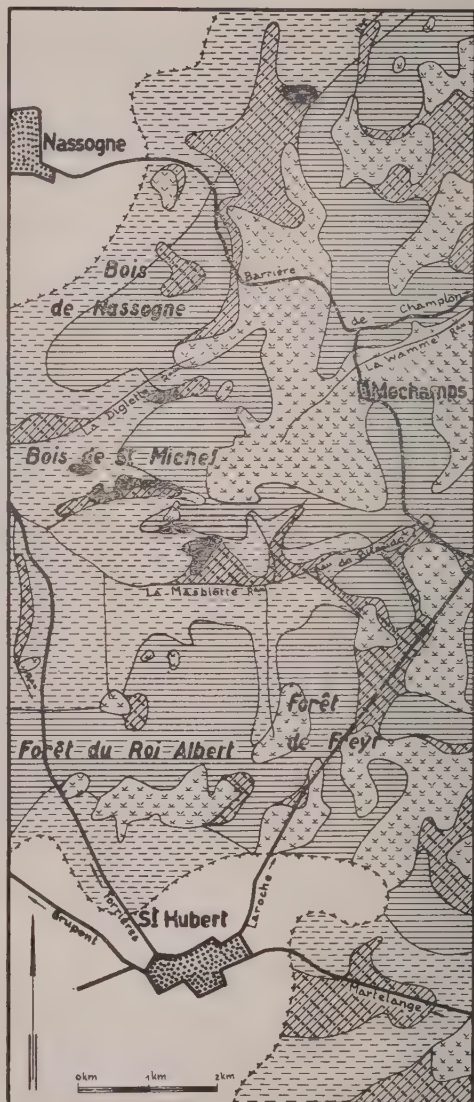
Routes



Ruisseaux

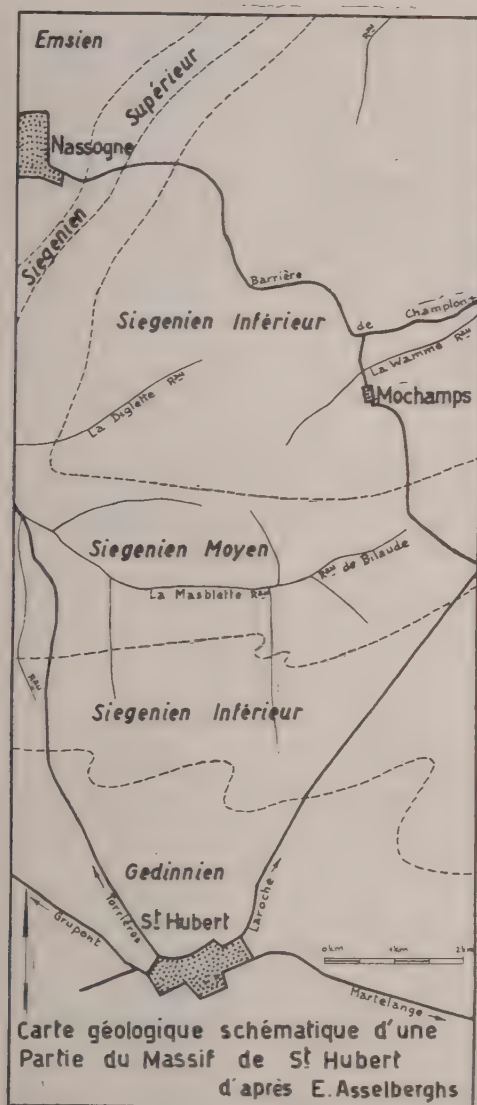


Limite de la forêt



Carte schématique des groupes de sols

dans une partie du Massif de St Hubert



Horizon	Fer libre (*) (% de terre fine, sèche)	
	Profil 196W/8	Profil 195W/126
A ₂	2,45	4,75
(B)	2,45	4,85

(*) D'après la méthode décrite par V. KILMER, Laboratoire de Beltsville (Md) U.S.A. — (Texte dactylographié).

Suivant la définition du groupe, ces profils sont assez représentatifs du concept central du « Sol Brun Acide ». Le premier exemple est pris dans un dépôt loessique du plateau, le second sur une pente forte dans un produit d'altération de phyllades et grauwakes ferrugineux du Siegenien moyen.

La situation semble un peu moins favorable sous la hêtraie à Luzule, où l'on remarque un léger enrichissement en fer libre dans l'horizon A₂.

Horizon	Fer libre (% de terre fine, sèche) (moyennes)
A ₂ ou A ₃	2,63
(B)	2,30

(moyennes établies à partir de profils développés dans des matériaux limoneux semblables).

Dans les sols « bruns podzoliques » du plateau, dont l'évolution semble avoir été déclenchée par l'intervention humaine, la mobilisation du fer a quelque peu gagné la profondeur, mais la différence avec les résultats précédents ne semble pas significative.

On obtient les moyennes :

Horizon	Fer libre (% de terre fine, sèche)
Bfe	2,65
Hor. sous-jacent	2,50

Par contre, les sols « Bruns Podzoliques » climaciques possèdent un horizon d'accumulation ferrique nettement différencié, à structure très finement grumeleuse ou granulaire et de densité faible. Ils sont caractérisés par les chiffres moyens suivants :

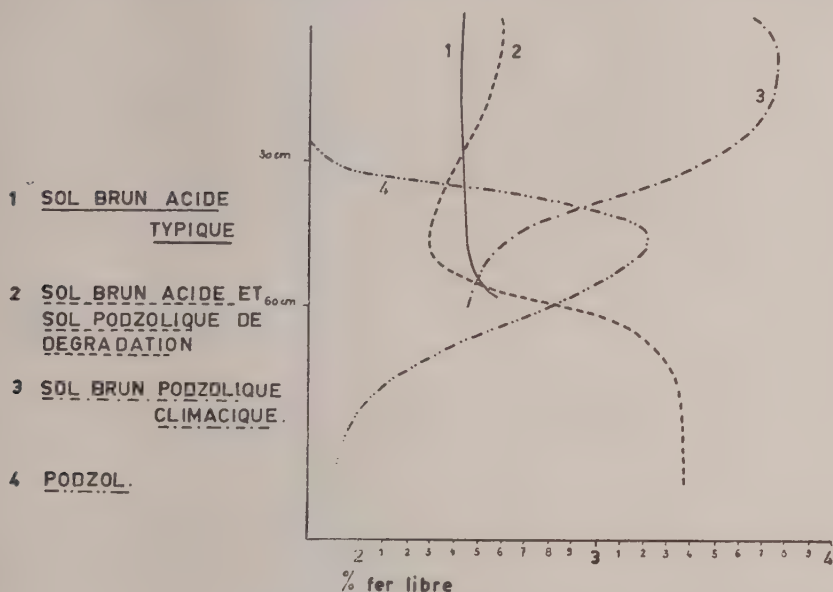
Horizon	Fer libre (% de terre fine, sèche)
Bfe	3,77
Hor. sous-jacent	2,57

A titre de comparaison, un *podzol* bien développé a donné les résultats suivants :

Horizon	Fer libre (% de terre fine, sèche)
A ₂	0,25
Bfe	3,25
Hor. sous-jacent	1,70

L'horizon induré, dont la présence semble jouer un rôle si important dans les profils du haut plateau, est riche en fer libre. (Nous avons trouvé une teneur moyenne de 3,4 %).

D'une façon schématique, voici la forme des courbes de fer libre, qui caractérisent les profils du plateau :



A la lumière de ces premiers résultats, il apparaît que l'évolution podzologique procède d'abord par une mobilisation du fer (courbes 2 et 3) puis par son entraînement en profondeur (courbe 4). Cette évolution se trouve à l'état initial dans de nombreux profils du plateau (courbe 2). Elle est plus caractéristique sur les sols Bruns Podzoliques des pentes (courbe 3) et atteint son paroxysme dans les podzols (courbe 4).

Les sols bruns acides à horizon induré et les sols dits dégradés, du fait de l'intervention humaine, sont caractérisés par des courbes assez similaires et voisines (courbe 2). Il semble donc que l'intervention humaine qui se matérialise encore aujourd'hui par l'existence sur le plateau de peuplements à sous-bois de myrtille n'aura pas causé de dommages irréparables (23).

Cette conclusion, tirée de l'observation du schéma précédent, est d'ailleurs corroborée par de nombreuses observations morphologiques d'une part et par l'opinion des forestiers d'autre part (*). La reconstitution de

(*) Cfr BOUDRU. « La Forêt d'Anlier » — Bull. Soc. For. 1938 : « Dans la plupart des enceintes ruinées, un sondage montrerait un sol profond, de bonne qualité quoique aujourd'hui couvert d'une brousse épaisse de myrtilles. Ce n'est donc pas le fonds forestier qui est cause de l'état actuel des peuplements ».

Cfr également P. ROISIN : Forêt d'Anlier et de Rulles. Etude pédologique et phytosociologique. 1953 (manuscrit).

la productivité de ces sols dégradés serait possible (22). Il appartiendra au forestier d'en fixer les modalités en s'inspirant aussi étroitement que possible des lois de la nature. Quant aux sols podzoliques climaciques, il importe d'utiliser au mieux par un choix adéquat des essences leur potentiel de production assez réduit.

En terminant, nous exprimons notre reconnaissance au Docteur G. D. SMITH, (Soil Conservation Service U.S.A.), qui nous a aidés à appliquer la classification Américaine à nos sols Ardennais.

Nous remercions également les Professeurs H. BOUDRU, G. MANIL, A. NOIRFALISE et R. TAVERNIER, ainsi que nos collègues du Centre de Cartographie des Sols, qui ont contribué à préciser ces notions lors de nombreux échanges de vue sur le terrain.

I.R.S.I.A. —

Centre de Cartographie des Sols.
Gembloux, mai 1954.

BIBLIOGRAPHIE

1. MANIL, G. *et al.* — Les Sols Forestiers de l'Ardenne. Première étude. — Bull. Inst. Agr. Gembloux. Tome XXI — n°s 3-4. — 1953.
2. JENNY, H. — Factors of Soil Formation. — London. 1941.
3. PONCELET, L. et MARTIN, H. — Esquisse climatographique de la Belgique. — Mem. Inst. Roy. Météor. Belg. V.XXVII — 1947.
4. Carte Géologique détaillée du Royaume. Planchette n° 195-6 par STAINIER, X. et FORIR, H.
5. ASSELBERGHS, E. — L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. — Mémoires de l'Inst. Géol. de l'Univ. de Louvain. Tome XIV. — 1946.
6. TAVERNIER, R. — Les Formations Quaternaires de la Belgique en rapport avec l'Evolution Morphologique du Pays. — Bull. Soc. Belg. Géol. — Tome LVII — 1948.
7. GULLENTOPS, F. — Découverte en Ardenne de Minéraux d'Origine Volcanique de l'Eifel. — Ac. Roy. Belg. Cl. Sci. — T. 38 — 1952.
8. BOURGUIGNON, P. — Associations Minéralogiques des Limons et Argiles des Hautes Fagnes. — Ann. Soc. Géol. de Belg. — T. LXXVII — 1953.
9. TONNARD, V. — Thèse de fin d'Etudes. — Texte dactylographié. Gembloux, 1953.
10. S. S. STAFF — Soil Survey Manual. U.S.D.A. Washington, 1951.
11. NIKIFOROFF, CC. — The Hard Pan in Certain Soils of the Coastal Plain. Soil Science. Vol. 65, n° 2. 1948.
12. SMITH, R. — Siltpan Subsoils in West Virginia. Soil Science. Vol 62 — 1946.
13. WINTERS, E. — Silica Hardpan development in Red and Yellow Podzolic Soil Région. SS. Proceedings n° 7. — 1942.
14. WINTERS, E. et SIMONSON, R. — The Subsoil-Adv. in Agronomy. Vol. III — 1951.
15. SMITH, G. et TAVERNIER, R. — I.N.Q.A. Résumé des Communications. — Rome, 1953.

16. NOIRFALISE, A. — Premier aperçu sur l'Etage du Hêtre et des Types de Hêtraie en Haute Ardenne. Bull. Inst. Agr. Gx, T. XVII — 1949.
17. NOIRFALISE, A. et GALOUX, A. — Les Etages de Végétation dans l'Ardenne Belge. — Comm. n° 11 — Centre de Recherches Ecologiques et Phytosociologiques de Gembloux. — 1950.
18. HOYOIS, G. — L'Ardenne et l'Ardennais. — T. II — Duculot, Gembloux. — 1953.
19. CLINE, M. — Profile Studies of Normal Soils in New-York. Soil Science. Sep. 1949.
20. BLOOMFIELD, G. — A Study of Podzolisation. Jour. of Soil Science. Vol. 4/1. — 1953.
21. GARDNER, D. et WHITESIDE, E. — Zonal Soils in the Transition Region between the Podzol and Gray Brown Podzolic Regions in Michigan. S.S. Proceedings. Vol. 16, n° 2. April 1952.
22. DUCHAUFOUR, P. — Humus actif et Humus inerte. Annales Ec. Nat. des Eaux et Forêts. T. XIII Fasc. 2. — 1953.
— La Dégradation des Sols Forestiers. Rev. Forest. Française. N° 10, Oct. 1953.
23. DECKERS, J. — Problèmes Forestiers de l'Ardenne, en rapport avec l'Evolution des sols. Bull. Soc. Royale Forest. de Belgique. 61,3 mars 1953.

ETUDE MORPHOLOGIQUE ET GENETIQUE DES SOLS BRUNS ACIDES ET DES SOLS PODZOLIQUES DU PLATEAU DE SAINT-HUBERT.

Résumé.

Dans le massif forestier étudié, quatre facteurs pédogénétiques principaux combinent leur influence d'une façon très variable; ce sont : la roche-mère, la topographie, la végétation et l'intervention humaine.

Sur les replats et les pentes faibles, la roche-mère est composée d'un dépôt limoneux récent, assez riche en matériel loessique, d'épaisseur peu considérable mais assez constante (environ 60 cm). Il repose sur un matériel soliflué dont la composition et l'épaisseur sont très variables.

La roche dure du Siegenien (dévonien inférieur) est rencontrée à faible profondeur sur les pentes fortes.

Deux grandes catégories génétiques de sols non hydromorphes sont distinguées :
Les Sols Bruns Acides.

Les Sols à évolution podzolique.

Les premiers sont des sols forestiers en bon état, qui portent une hêtraie à Fétuque ou à Luzule suivant leur profondeur et leur richesse. Les seconds sont situés sur les pentes fortes exposées au secteur Sud et sur roche siliceuse, ou aux alentours des tourbières, ou encore en bordure du massif. Ils portent une mauvaise hêtraie à myrtille.

De quelques analyses chimiques, on conclut que les sols à évolution podzolique, du fait de la dégradation humaine, ne sont pas altérés profondément et pourraient être régénérés.

MORPHOLOGISCHE EN GENETISCHE STUDIE VAN DE ZURE BRUINE GRONDEN EN DE PODZOLACHTIGE BODEMS VAN HET PLATEAU VAN SAINT-HUBERT.

Samenvatting.

Na het voorwerp en de draagwijdte van het werk beschreven te hebben, behandelen de auteurs de vier voornaamste genetische factoren die samen op een zeer uiteenlopende wijze hun invloed laten gelden op het plateau. Deze factoren zijn : het moedergesteente, de topographie, de vegetatie en de menselijke invloed.

In de vlakten en langs de zachte hellingen is het moedergesteente samengesteld uit een recente leemafzetting, tamelijk rijk aan loess, van geringe maar tamelijk constant dikte (ongeveer 60 cm). Het rust op een solifluctie-materiaal waarvan zowel de samenstelling als de dikte zeer veranderlijk blijken.

Het harde Siegeniaangesteente (Onder Devon) wordt op geringe diepte langs de steile hellingen gevonden.

Twee grote genetische, niet hydromorphe bodemgroepen worden onderscheiden :

De zure bruine gronden.

De podzolachtige bodems.

De eerste zijn goede bosgronden, begroeid met *Festuca* of *Luzula*, naargelang hun diepte en vruchtbaarheid.

De laatste liggen op kwartsrijke gesteenten langs de steile hellingen naar het Zuiden geëxposeerd of in de omgeving van venen, soms ook nog op de rand van het massief. Ze dragen een arm beukenbos met bosbessen.

Uit enkele chemische analyses kon worden vastgesteld dat de podzolachtige bodems, na degradatie tengevolge van menselijke tussenkomst, niet diep verweerd zijn en opnieuw vruchtbaar kunnen gemaakt worden.

MORPHOLOGICAL AND GENETICAL STUDY OF « SOLS BRUNS ACIDES » AND « BROWN PODZOLIC SOILS » ON ST-HUBERT PLATEAU.

Summary.

In the studied forest, four main pedogenetical factors exercise an influence; they are : parent material, topography, vegetation and human influence.

On flat or almost flat areas, the parent material consists of a loamy deposit, rather rich in loessial material, of a regular though not important thickness (2 ft). It lies on solifluxion material, of which both composition and thickness are irregular.

The unweathered rock (lower Devonian-Siegenian) is found on steep slopes, near the surface.

Two important genetical categories of nonhydromorphic soils are distinguished : The « Sols Bruns Acides » (« Brown Acid »).

The « Podzolic Soils » (primary or secondary Brown podzolic and Podzols).

The first are good forest soils characterised by two different kinds of beech associations (*Festuca silvatica* and *Luzula nemorosa*), this depending on the depth and the physical properties of these soils (fragipan); the latter are found on steep slopes exposed to the South, the sub-soil consisting of siliceous parent material. These soils may also be found in the surroundings of peatbogs and along the forest border. They are characterised by an inferior kind of beech association (*Vaccinium Myrtillus*).

From some analytical data it appears that the podzolic soils, due to human influence, are not deeply degraded and could be regenerated.

MORPHOLOGISCHE UND GENETISCHE STUDIE DES BRAUNEN, SAUEREN BODENS UND DER PODZOLISCHEN BÖDEN DER HOCHEBENE VON SAINT-HUBERT.

Zusammenfassung.

In dem untersuchten forstlichen Bezirk vereinigen vier bodenbildende Faktoren ihren Einfluss in sehr verschiedener Form. Es sind diese : der Fels, die Bodenschaffenheit, der Pflanzenbewuchs, und der menschliche Einfluss.

Auf den Hochebenen und den seichten Hängen besteht der Fels aus einer Ablagerung von jungem Lehm, reich an Loess-Substanz, in geringer Schicht aber ziemlich konstanter Dicke (ungefähr 60 cm). Diese Schicht ist auf einer soliflulenten Substanz gelagert deren Zusammensetzung und Dicke sehr verschieden ist.

Der harte Fels aus dem Siegenien (Unteren Devon) findet sich in geringer Tiefe ausschliesslich auf Steilhängen. Man findet zwei grosse genetische Kategorien von nicht hydro-morphen Böden :

Die braunen saueren Böden.

Die Böden mit podzolischer Entwicklung. Die ersteren sind die forstlichen Böden in gutem Zustand, die einen Buchenbestand mit *Festuca* oder *Luzula* je nach ihrer Tiefe und Qualität aufweisen. Die letzteren befinden sich an Steilhängen, dem Süden zu gelegen und auf silizösem Fels, oder auch in der Nähe von Mooren, oder am Rande des Bezirks.

Sie sind mit schlechten Buchen mit Heidelbeeren bewachsen.

Am Hand von einigen chemischen Analysen kan man darauf schliessen, das die Böden mit podzolischer Entwicklung in Folge des menschlichen Einflusses, nicht tief gehend verändert sind und regeneriert werden könnten.

Evolution comparée de l'indice de peroxyde dans des beurres conservés à diverses températures

**Peut-on y trouver les éléments d'un test d'aptitude
à la conservation ? (*)**

par

E. PIRAUX, P. JAMOTTE, F. LHEUREUX, R. LACROSSE.

Depuis plusieurs années, la Station laitière poursuit l'étude de la conservation des beurres en entrepôt frigorifique (1 à 4).

L'un des objectifs de cette étude serait de trouver certains tests permettant d'apprécier l'aptitude des beurres à la conservation en frigo.

Etant donné que les beurres de beaucoup de laiteries ne se conservent pas en frigo de façon impeccable, et que les altérations qui s'y manifestent diminuent fortement la valeur commerciale du produit, nous n'avons pas à souligner l'intérêt d'un tel test. C'est d'ailleurs l'opinion exprimée également par le Dr MOHR au Congrès International de Laiterie de La Haye (5).

Trouver un test permettant dès l'abord de juger de l'aptitude d'un beurre à la conservation au froid, ne sera pas cependant chose facile. Il devrait tenir compte de la propension du beurre à l'oxydation en raison de la composition de sa matière grasse et de ses phospholipides; de la propension à l'oxydation en raison des catalyseurs d'oxydation, et nous retiendrons ici, particulièrement, l'un des éléments métalliques, le cuivre, dont nous avons eu l'occasion récemment encore de souligner et de différencier le rôle (3). Il devrait tenir compte, d'autre part, des facteurs de résistance à l'oxydation que peuvent être les antioxydants naturels (tocophérols), sans compter les facteurs artificiels provenant du traitement des

(*) Déposé à la rédaction le 31 mai 1954.

crèmes à température élevée (groupements sulfhydriles) et nous ferons abstraction de l'addition de certains produits doués d'un pouvoir anti-oxydant.

Même en tenant compte de ce que l'influence respective de ces divers facteurs est très variable et de ce que certains d'entre eux jouent un rôle prépondérant (c'est surtout le cas du cuivre), nous devons cependant constater à l'usage qu'un tel test basé sur un seul facteur serait malgré tout très aléatoire, et qu'imaginer, d'autre part, un test tenant compte de l'intervention des divers facteurs cités en affectant chacun d'un coefficient d'importance approprié, serait impossible.

Nous inspirant des observations faites par HOLM et ses collaborateurs (6) lors de leur étude de l'évolution comparée de l'oxydation dans des produits laitiers tenus à diverses températures, nous avons repris une étude systématique de la question sur des beurres tenus, d'une part, légèrement au-dessus de 0° (+1 à +2° C) et, d'autre part, à température de -10° C, dans l'espoir que l'étude de la courbe des indices de peroxyde à la première température nous permettrait de tirer des indications sur l'allure de la conservation à -10° C. Nous disposerions ainsi d'un test nous permettant de prévoir à l'avance les cas de mauvaise conservation à -10° C et de faire sortir les lots de beurres entreposés à -16° C avant que ne s'accusent les défauts de conservation.

Ce test « d'avertissement » permettrait donc d'atteindre le but essentiel : éviter les déchets considérables auxquels peut conduire le stockage en frigo.

CONDUITE DES ESSAIS

Pour la plus grande partie des beurres de 1952 et 1953 ayant fait l'objet d'essais de conservation en frigo, soit les beurres entreposés au cours des mois de juin à octobre 1952 et de mai à octobre 1953, nous avons poursuivi des essais comparatifs de conservation, d'une part, dans une chambre tenue entre +1 et +2° C et d'autre part dans une chambre de congélation tenue à -10° C.

Sur les échantillons de 2 kg tenus à 1 ou 2° C, l'indice de peroxyde était déterminé en moyenne toutes les semaines à partir de la 2^e ou 3^e semaine d'entreposage jusqu'à ce que le beurre ait 2 mois $\frac{1}{2}$ à 3 mois de conservation.

A -10° C on entreposait 4 blocs de beurre de 2 kg $\frac{1}{2}$. Sur l'un de ces blocs, l'indice de peroxyde était déterminé, à partir du premier mois d'entreposage, à la cadence d'une détermination par semaine jusqu'au 4^e mois. Sur les autres blocs servant à l'expertise organoleptique respectivement au bout de 2, 4 et 6 mois de conservation, l'indice de peroxyde était déterminé à chacune de ces expertises, d'une part, au moment de la sortie de la chambre de congélation et, d'autre part, au moment de l'expertise, soit une semaine plus tard, le beurre ayant séjourné entre-temps pendant 3 jours à 4° C et pendant 4 jours à 13° C.

En 1953, le schéma du travail fut quelque peu modifié en ce qui concerne l'entreposage à -10° . On entreposa 3 blocs de 2 kg $\frac{1}{2}$ pour les expertises et les déterminations d'indice de peroxyde comme ci-dessus soit après 2, 4 et 6 mois. On entreposa en outre 3 blocs de 1 kg servant à effectuer une semblable détermination d'indice de peroxyde au bout de 1, 3 et 5 mois. Cette détermination était toujours faite, d'une part, au sortir de la chambre de congélation et, d'autre part, une semaine plus tard, après séjour à 4° C et 13° C suivant le processus exposé ci-avant.

Notons que la détermination de l'indice de peroxyde s'est effectuée suivant la technique de LOFTUS HILLS et THIEL (7) et que, pour les déterminations à effectuer sur les blocs congelés, le prélèvement de l'échantillon s'effectuait au début à l'aide d'une sonde et plus tard à l'aide d'un bistouri en acier inoxydable.

Notons également que la détermination de la teneur en cuivre a été effectuée suivant la technique de PERRIN, LIGHTFOOT et MOIR (8).

Il importe d'observer aussi que nous n'envisageons ici qu'un des aspects du problème de la conservation des beurres au froid ayant fait l'objet de notre étude, et qu'en conséquence, cet article ne constitue pas un rapport sur ce travail.

RESULTATS

Les résultats des essais, soit l'évolution des indices de peroxyde des beurres expérimentés aux températures respectives de 1 à 2° C et de -10° C, ont été mis en graphiques pour en permettre l'étude.

Nous n'avons pu envisager dans le cadre de cet article de reproduire la plus grosse partie de ces graphiques. Nous nous sommes contentés d'en reproduire, à faible échelle, dix-huit (fig. 2 et 3), synthétisant la gamme de cas qui peuvent se rencontrer et reproduisant les cas les plus typiques et les plus intéressants. Les n^{os} indiquent les n^{os} des échantillons de beurre. Quand il s'agit de beurres de 1952, la chose est indiquée; sinon, il s'agit de beurres de 1953.

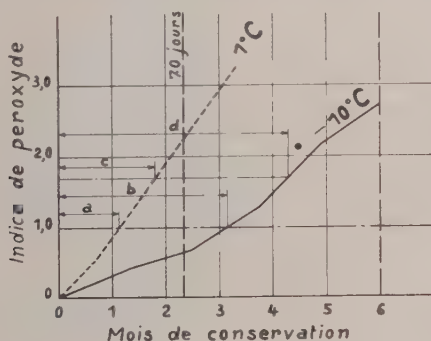
Ces graphiques portent en abscisses les durées de conservation et en ordonnées les indices de peroxyde. La courbe en traits interrompus représente l'évolution de l'indice de peroxyde à $1-2^{\circ}$ C, et la courbe en traits pleins, l'évolution du même indice à -10° C.

Au-dessus de la courbe à -10° , nous avons porté également, dans le cas d'apparition d'un défaut de conservation, soit le goût grasseux, soit le goût de poisson, et au moment de cette apparition, un ou deux points suivant l'intensité du défaut. Ces points ou l'axe des 2 points sont d'ailleurs portés à une hauteur correspondant à l'indice de peroxyde une semaine après sortie du frigo, ce qui correspond à l'état au moment de l'expertise et est censé correspondre à l'état au moment de la mise en consommation.

Pour conserver aux diagrammes le caractère de clarté schématique indispensable, nous n'avons pas reproduit les autres indices de peroxyde au moment de l'expertise, nous limitant au seul où se trahit la première fois le défaut de conservation. Notons uniquement qu'il y a entre l'indice de peroxyde déterminé au sortir de la chambre de congélation et l'indice déterminé huit jours après, une différence de valeur d'autant plus grande que le potentiel d'oxydation est plus accusé.

Pour étudier l'allure de ces courbes, et pouvoir les comparer, nous avons relevé des points similaires sur les deux courbes et examiné le décalage entre ces points.

Des points intéressants à examiner seront les points où les courbes traduisent une valeur de l'indice de peroxyde aux environs de 1,0.



• Grassey ou léger goût de poisson

Fig. 1.

De ce que nous avons pu observer jusqu'ici, et nous aurons, d'ailleurs, l'occasion de revenir sur ce point en appendice au présent travail, nous pouvons inférer que, pour une valeur de peroxyde oscillant entre 0,75 et 1,25, la majorité des beurres accusent le goût de poisson. En choisissant l'indice de peroxyde égal à 1,0, nous sommes donc sensiblement dans la moyenne de cette zone critique. Comme l'indique le schéma ci-dessus (fig. 1) l'indice de peroxyde 1,0 (ou un indice voisin) sera atteint à 1 ou 2° C, après une durée de conservation *a* et à — 10° C, après une durée de conservation *b*.

D'autre part, *d* est la durée de conservation à — 10° C qui a précédé l'apparition 8 jours plus tard, au moment de l'expertise, du goût de poisson ou d'un défaut caractéristique de conservation. Si ceux-ci n'apparaissent pas en cours de conservation, *d* sera la durée totale de conservation à — 10° C, *c* sera la durée de conservation à 1 ou 2° C avant l'apparition d'un indice de peroxyde égal à celui qui correspond à *d* sur la courbe de — 10° C.

Ces quatre données a , b , c , d ; leurs rapports respectifs a/b et c/d et les indices de peroxyde correspondants nous ont paru pouvoir caractériser assez nettement l'allure des courbes pour le but envisagé et, au lieu de reproduire les courbes de chaque beurre, nous nous sommes donc contentés de rapporter dans les tableaux I et II ci-après, ces quelques données caractérisant l'évolution des beurres à $1-2^{\circ}\text{C}$ et -10°C en 1952 et 1953.

Il est à remarquer cependant que nous nous sommes limités au cas des beurres susceptibles de s'altérer au froid, soit de beurres faits de crèmes fermentées et non neutralisées avant barattage; nous éliminerons également les beurres neutralisés au malaxage. A inclure ces derniers beurres, nous risquerions en effet de fausser quelque peu l'aspect statistique des résultats en rendant encore plus probante la démonstration de la valeur du test.

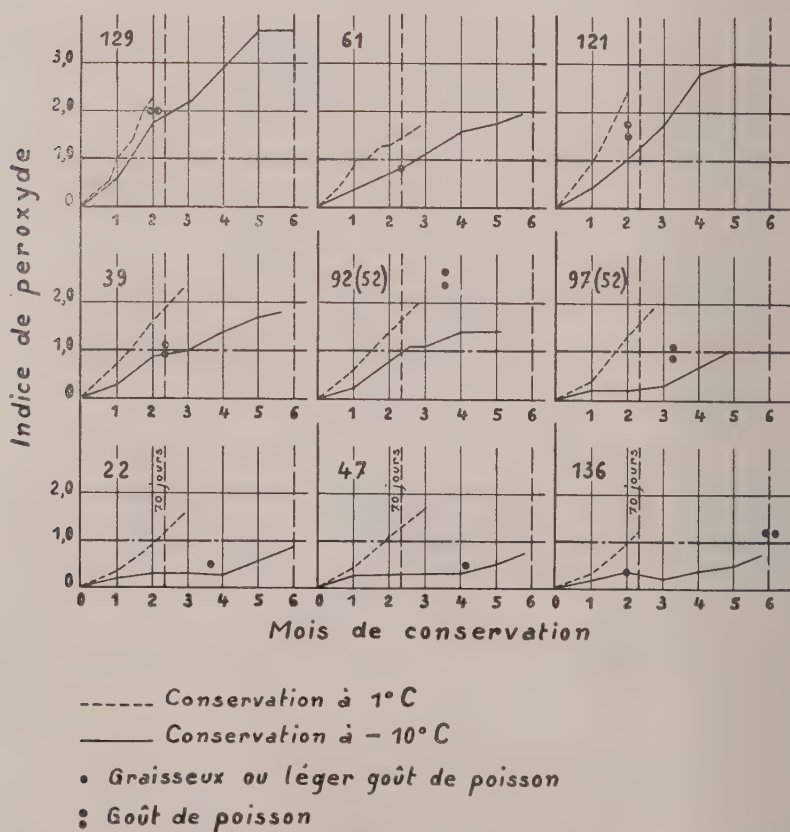
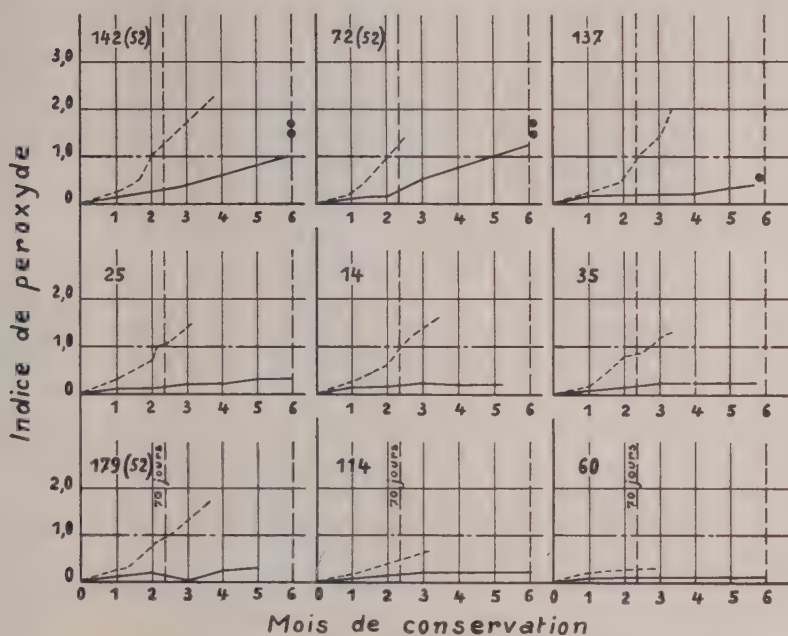


Fig. 2.

Evolution de l'indice de peroxyde dans divers échantillons de beurres conservés respectivement à $1-2^{\circ}\text{C}$ et à -10°C .



----- Conservation à 1° C

———— Conservation à -10° C

• Graisseux ou léger goût de poisson

: Goût de poisson

Fig. 3.
Evolution de l'indice de peroxyde dans divers échantillons de beurres conservés respectivement à 1-2° C et à -10° C.

DISCUSSION

Un coup d'œil sur les graphiques (fig. 2 et 3) nous permet de dégager qu'il apparaît une corrélation bien nette dans l'allure des courbes aux deux températures envisagées.

Dans le cas des beurres de très mauvaise conservation (voir surtout les 5 premières courbes de la fig. 2), les courbes montent rapidement et les rapports a/b et c/d sont très élevés. On rencontre même des cas où ces rapports sont sensiblement égaux à l'unité, surtout le premier. Il semble donc que pour ces beurres où le processus d'altération se révèle de caractère particulièrement violent, l'effet « tempérant » de l'abaissement de température se marque moins. C'est une observation que nous avons pu

faire dans d'autres cas, en comparant l'allure de l'altération à deux températures de congélation soit -10° et -15° C.

Dans le cas extrême opposé, des beurres de parfaite conservation, les courbes à -10° C et à -12° C, sont presque parallèles à la ligne des abscisses et rasant quasiment celle-ci (voir courbes 114 et 60, fig. 3).

Dans la plupart des cas de beurres de moyenne conservation, cas qui sont précisément les plus intéressants à examiner, on trouve une situation intermédiaire qui va particulièrement retenir notre attention.

Sur les graphiques, nous constatons que, dans le cas des sept premiers graphiques de la fig. 3, la courbe de -12° C atteint une valeur de peroxyde égale à 1,0 en un laps de temps oscillant autour de 70 jours. Si ce laps de temps est inférieur à 70 jours, en général, la courbe à -10° C atteint encore la valeur de peroxyde 1,0 ou, du moins, s'en rapproche dangereusement et des altérations sérieuses sont encore à redouter [graphiques 97 (52), 22, 47, 136 de la fig. 2 et 142 (52) et 137 de la fig. 3]. Si le laps de temps égale ou dépasse 70 jours, en général, la courbe de -10° ne s'élève plus guère (graphiques 25, 14, 35 et 179 - fig. 3).

Les tableaux I et II qui sont d'ailleurs synthétisés dans les tableaux III et IV ci-après, montrent à l'évidence qu'entre 60 et 70 jours une situation de transition s'établit, et qu'on peut pratiquement considérer qu'une valeur de a de plus de 70 jours donne dans la majorité des cas garantie de bonne conservation pendant 6 mois à -10° .

Notons également que, dans certains cas, assez rares, le test est tout à fait en défaut : la courbe à -12° C rase l'axe des abscisses, alors que la courbe à -10° C trahit une nette altération. Semblable anomalie paraît due à des interventions biologiques créant à -12° C un milieu réducteur : beurres infectés, beurres moisies (voir fin des tableaux I et II).

Le test est d'application également dans le cas des beurres de crèmes fermières. Nous retrouvons cependant ici les caractères propres de ces beurres : pour des indices de peroxyde moyennement élevés, ou même déjà assez élevés, les cas d'altérations spécifiques résultant du séjour en frigo, soit le goût graisseux ou le goût de poisson, sont beaucoup plus rares et, d'autre part, l'indice de peroxyde présente une amplitude de variations moins forte entre les cas extrêmes.

Néanmoins, nous constatons ici encore, malgré le décalage, une corrélation entre la valeur de a et l'indice de peroxyde en fin de conservation.

Si, dans le cas des beurres de crèmes fermières, l'inconvénient majeur du goût d'huile de foie de morue ou du goût de poisson est généralement écarté, néanmoins, on constate qu'à une augmentation de l'indice de peroxyde correspond une diminution de la valeur organoleptique, et, partant, de la valeur marchande, et qu'il y a donc intérêt ici également à tester l'aptitude à la conservation. Pour obtenir un beurre présentant un indice de peroxyde assez faible en fin de conservation, il y a intérêt à avoir une valeur de a de 70 jours au minimum,

32	179	72	—	1,0	153	0,3	—	0,3	108
	180	72	—	1,0	153	0,3	—	0,3	14
	68	75	—	0,65	178	0,65	—	0,65	65
	139	84	—	1,0	180	0,25	—	0,25	48
	181	88	—	1,0	153	0,25	—	0,25	87
	163	103	—	1,0	167	0,25	—	0,25	50
	164	111	—	1,0	166	1,5	—	1,5	16
53	137	71	—	1,0	165	0,45	grais.	0,40	40
	54	75	—	1,0	175	0,45	grais.	0,45	30
	35	78	—	1,0	173	0,20	—	0,20	55
	131	53	—	0,25	170	0,10	—	0,10	30
	53	94	—	1,0	175	0,4	—	0,40	50
	52	95	—	0,9	175	0,1	—	0,1	60
	9	111	—	0,7	177	0,2	—	0,2	110
	92	70	—	0,4	222	0,7	—	0,5	55
	66	81	—	0,15	161	0,15	—	—	15
	57	93	—	0,6	148	0,2	—	—	25
	1	90	—	0,6	144	0,1	—	—	254
	90	65	—	0,25	243	0,4	—	0,4	35
	91	65	—	0,3	228	0,4	—	0,4	25
	94	51	—	0,3	215	0,4	—	0,4	20
	106	74	—	0,3	201	0,2	—	0,2	20
	119	67	—	0,4	242	0,25	—	0,25	30
	133	53	—	0,23	228	0,18	—	0,18	15
	73	79	—	0,4	159	0,2	—	0,2	30
	80	86	—	0,15	165	0,1	—	0,1	45
	99	73	—	0,2	204	0,2	—	0,2	25
	82	71	—	0,2	251	0,2	—	0,2	25
	135	57	—	0,3	168	0,1	—	0,1	25
	31	103	—	0,2	173	0,3	—	0,3	25
	68	80	—	0,1	160	0,3	—	0,3	20
	101	73	—	0,1	208	0,6	—	0,6	25
	140	68	—	0,2	155	0,8	—	0,8	30
	141	93	—	0,5	145	0,2	—	0,2	30
	59	87	—	0,25	162	0,1	—	0,2	20
			—				—		65
<i>Tests déficients</i>									
	108	73	—	0,5	111	1,0	+	2,65	205
	139	68	—	0,1	56	0,2	+	2,80	255
	93	68	—	0,1	222	1,0	+	1,0	

* Les beurres ont été rangés par valeurs croissantes de α .

TABLEAU II.
BEURRES DE VIEILLES CREMES

An- née	N° beurre	a	b	Rap- port a/b	Peroxy- de cor- répon	c	d	Rap- port c/d	Pero- xyde	Goût pois- sant	Pero- xyde	Cuivre en mg
	109	92				85	204	0,42	1,4		1,3	15
	124	73	152	0,48	0,3		203		0,7		0,5	15
	104	75	180	0,42	0,5		202		0,3		0,25	25
	105	75			0,3		138				0,2	45
	69	79			0,2		158				0,1	25
	71	79			0,3		174		1,6		1,6	55
	125	80	95	0,84	0,7		168				0,1	15
	41	82			0,6		173		0,8		0,8	45
	56	93	83	1,12	0,9		167				0,2	25
	43	96			0,6		167				0,1	55
	42	97			1,0		167				0,1	30
	44	96			0,6		173		0,65		0,65	10
	28	103			0,1		173		1,5		1,5	40
	27	103			0,25		173		0,2		0,2	25
	29	103			0,2		173				0,1	45
	24	105			0,3		179		0,1		0,5	50
	86	89			0,7						0,4	110
	87	90	175	0,51	0,4						0,7	20
	88	81	164	0,49	0,5						0,4	55
	89	94			0,3							
<i>Tests déficients</i>												
	95	59			0,1		45		0,5		2,0	60
	120	55			0,2					grais.	2,3	135

TABLEAU III.

BEURRES DE CREMES FRAICHES

Les chiffres indiquent le % de beurres, dans chaque catégorie.

Valeur de α en jours	Goût de poisson en					N'ont pas de goût de poisson marqué en 6 mois	Peroxyde en fin de conservation			
	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois	6 mois		> 3,0	2,0 à 3,0	1,0 à 2,0	0,5 à 1
< 30	91,7				8,3		58,3	41,70		
30 à 40	33,3	16,7		41,7	8,3		33,3	41,7	25,0	
40 à 50	53,3	6,7	13,3	6,7	20,0		13,3	46,7	40,0	
50 à 60	21,4	7,1	14,3	28,6	14,3	14,3	7,1	35,7	21,4	35,7
60 à 70			23,1	7,7	15,4	53,8		15,4	15,4	30,8
> 70					14,2	85,8			2,9	8,6

TABLEAU IV.

BEURRES DE VIEILLES CREMES

Valeur de α en jours	Goût de poisson en					N'ont pas de goût de poisson marqué en 6 mois	Peroxyde en fin de conservation			
	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois	6 mois		> 3,0	2,0 à 3,0	1,0 à 2,0	0,5 à 1
< 30	33,3				66,6		33,3		66,6	
30 à 40					40,0	60,0	10,0	20,0	70,0	
40 à 50			10,0		20,0	70,0			80,0	20,0
50 à 60			12,5			87,5		12,5	62,5	25,0
60 à 70			14,3		14,3	71,4			85,7	14,3
> 70						100,0			12,5	33,3

54,2

Pour les cas les plus intéressants, le test paraît donc de réelle valeur, et permet en toute sécurité de prendre les mesures qui s'imposent, puisque l'on obtient les renseignements en 2 mois et demi, et que l'on dispose d'une marge de sécurité au moins égale à ce laps de temps.

Pour les beurres de crèmes fraîches qui s'altèrent très rapidement soit en un à deux mois, le test est assez précaire puisqu'on n'est prévenu parfois que dix à vingt jours à l'avance, et qu'il y a même, dans les cas extrêmes, superposition de courbes.

Pour les beurres s'altérant en 100 à 120 jours, soit en 3 à 4 mois, on dispose d'une marge de sécurité oscillant au moins autour d'un mois.

Dans ces deux derniers cas, reconnaissons que le test perd, malgré tout, de son intérêt. Doit-on néanmoins attribuer à ces dernières catégories une grosse importance ? Pour répondre à cette question, examinons la teneur en cuivre des divers échantillons et voyons si la conservation des beurres de ces catégories n'est pas contre-indiquée à raison de leur teneur en cuivre.

RELATION ENTRE L'EVOLUTION DE L'INDICE DE PEROXYDE A 1-2° C ET A — 10° C ET LA TENEUR EN CUIVRE

Les tableaux généraux I et II qui précèdent indiquent la teneur en cuivre de chacun des échantillons de beurre y mentionnés.

Dans les tableaux qui suivent (V et VI), nous avons voulu rechercher une relation éventuelle entre la teneur en cuivre des échantillons de beurre, leur comportement à la conservation à 1-2° C exprimé sous forme de la valeur de a , le comportement à la conservation à — 10° C, exprimé sous forme de départage des échantillons entre échantillons altérés et échantillons non altérés : par altérations, on entend altérations par oxydation dues au séjour en frigo, altérations se traduisant sous les formes les plus variables, depuis le goût grasseux jusqu'au goût de poisson.

Un simple coup d'œil sur ces tableaux suffit à nous confirmer que le cuivre joue ici un rôle de tout premier plan.

Cela étant, il semble que dans un test d'aptitude à la conservation, on devrait en premier lieu tenir compte de cette influence pour provoquer une première élimination.

Dans les beurres de crèmes fraîches nous constatons que si l'on envisage une conservation de 6 mois à — 10° C, on doit dès l'abord éliminer les beurres contenant plus de 70 γ de cuivre par kg et peut-être même les beurres contenant de 50 à 70 γ par kg.

En procédant à une détermination initiale de la teneur en cuivre, on peut donc, dès l'abord, éliminer de l'entreposage les beurres qui, pratiquement, s'altéreront certainement avant 6 mois.

TABLEAU V.

RELATION ENTRE LA VALEUR DE a A 1-2° C. LA TENEUR EN CUIVRE ET LE COMPORTEMENT DES BEURRES A — 10° C.*Beurres de crèmes fraîches.*

Valeur de a en jours	> 100 γ		70 à 100 γ		50 à 70 γ		< 50 γ	
	Altéré	Non altéré	Altéré	Non altéré	Altéré	Non altéré	Altéré	Non altéré
< 30	7	—	3	—	1	—	1	—
30 à 40	9	—	1	—	—	—	2	—
40 à 50	8	—	3	—	2	—	2	—
50 à 60	7	1	1	—	2	—	2	1
60 à 70	1	—	—	1	1	2	4	4
> 70	3	—	1	—	2	5	3	21
	35	1	9	1	8	7	14	26

TABLEAU VI.

Beurres de vieilles crèmes.

< 30	1	1	1	—	1	—	—	—
30 à 40	1	1	2	—	—	2	1	3
40 à 50	—	—	1	—	—	1	2	6
50 à 60	—	1	—	3	—	2	—	2
60 à 70	—	1	1	—	1	2	—	3
> 70	—	1	—	2	—	2	—	20
	2	5	5	5	2	9	3	34

Dans les beurres à faible teneur en cuivre, soit au mieux d'une teneur inférieure à 50 γ par kg, on peut alors, par entreposage d'échantillons à 1-2° C, déceler longtemps à l'avance les beurres qui seraient encore assez altérables, et éviter ainsi de poursuivre leur conservation au-delà de la période critique.

D'autres aspects du problème encore à l'étude, nous permettront sans doute de procéder à une élimination préalable plus conséquente encore.

Il est à noter d'ailleurs que, dans cette étude, nous ne considérons que les beurres de crèmes fraîches ayant subi une maturation normale et non les beurres de crème douce ou les beurres neutralisés.

Pour ce qui est des beurres de crèmes de 2 ou 3 jours, comme nous avons déjà eu l'occasion de le souligner antérieurement à plusieurs reprises, ils manifestent ici également un comportement quelque peu différent de celui des beurres de crèmes fraîches. L'influence de la teneur en cuivre paraît être moins déterminante et on pourrait ici envisager des teneurs plus élevées pouvant aller jusque 70 ou 100 γ . Il n'en reste pas moins qu'il y a intérêt également dans cette catégorie de beurres à abaisser la teneur en cuivre en-dessous de 50 γ par kg, et que les cas d'altérations, beaucoup plus rares ici, sont très bien décelés par l'épreuve de conservation à 1°-2° C.

INDICE DE PEROXYDE ET APPARITION DU GOUT DE POISSON*

Lors de l'étude des courbes d'évolution de l'indice de peroxyde, nous avons considéré comme zone dangereuse, une zone oscillant autour d'une valeur d'indice de peroxyde égale à 1.

Pour justifier cette conception, nous pouvons, en appendice de ce travail, apporter les éléments d'observation en notre possession,

Nous avons antérieurement (4) dressé un tableau relevant, en ce qui concerne l'indice de peroxyde de Lea, le pourcentage de goûts de poisson enregistrés dans les diverses zones d'indices.

Voici d'ailleurs ce tableau.

Indice de peroxyde (Lea)	1949 — 1950 (403 déterminations — 137 lots de beurre)
0,50 ou moins	10 % goût de poisson
0,51 — 1,00	72 % goût de poisson
(0,51 — 0,750)	(63 % goût de poisson)
(0,751 — 1,00)	(79 % goût de poisson)
> 1,00	91 % goût de poisson

En ce qui concerne l'indice de LOFTUS HILLS et THIEL que nous employons depuis trois ans, nous avons dressé un tableau relevant pour chaque zone d'indices, la situation. Ce tableau a été dressé en prenant

Tableau récapitulatif (beurres de 1951, 1952, 1953)** sur 289 constatations.

Indices de peroxyde Loftus Hills	Goût de poisson			Absence de goût de poisson
	Léger	Fort	Total	
De 0 à 0,25	—	2	2	59
De 0,25 à 0,50	8	1	9	61
De 0,50 à 0,75	2	2	4	36
De 0,75 à 1,0	9	5	14	19
De 1,0 à 1,25	7	4	11	6
De 1,25 à 1,50	11	5	16	7
De 1,50 à 1,75	7	11	18	7
De 1,75 à 2,0	4	10	14	2
De 2,0 à 2,5	3	13	16	10
plus de 2,5	2	9	11	4

* Le terme « goût de poisson » est peut-être employé parfois par nos experts dans un sens trop générique et pourrait englober, dans certains cas, d'autres défauts d'oxydation connus dans différents pays sous les dénominations « goût huileux », et surtout « goût d'huile de foie de morue ».

** Il s'agit des beurres de crèmes fraîches, ayant subi une maturation normale, et n'ayant été soumis à aucune neutralisation.

pour chaque beurre, fait de crème fraîche, l'indice de peroxyde lorsqu'il y avait apparition du goût de poisson et en portant dans la zone correspondante l'indice de peroxyde de l'expertise précédente où il n'y avait pas de goût de poisson. Pour les beurres qui ne prennent pas le goût de poisson, nous avons pris l'indice de peroxyde après 6 mois de conservation.

Si l'en considère, pour établir un pourcentage réel, que les beurres ayant gagné le goût de poisson à un indice de peroxyde donné, ont à fortiori ce goût à un indice supérieur, et que, d'autre part, les beurres qui sont repris comme n'ayant pas le goût de poisson à un indice de peroxyde donné, ne l'ont pas non plus à fortiori à un indice inférieur, le tableau ci-avant serait à ajuster comme ci-dessous :

Indices de peroxyde Loftus Hills	Goût de poisson		Absence goût de poisson	
	Nombre	%	Nombre	%
0 à 0,25	2	0,93	211	99,07
0,25 à 0,50	11	6,70	152	93,30
0,50 à 0,75	15	14,1	91	85,9
0,75 à 1,0	29	34,5	55	65,5
1,0 à 1,25	40	52,6	36	47,4
1,25 à 1,50	56	65,1	30	34,9
1,50 à 1,75	74	76,20	23	23,80
1,75 à 2,0	88	84,6	16	15,4
2,0 à 2,5	104	88,1	14	11,9
plus de 2,5	115	96,6	4	3,4

Comme on peut en juger d'après ce tableau, c'est à partir de l'indice 0,75 qu'il apparaît un % déjà notable de goûts de poisson (1/3) et c'est surtout à partir de 1,0 qu'il y a danger sérieux : l'indice de LEA 0,5 considéré comme dangereux correspond d'ailleurs à un indice de LOFTUS HILLS de 1,0 à 1,1.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) PIRAUX E., JAMOTTE P. (1950) Recherches sur l'aptitude des beurres belges à la conservation en « Frigo ». *Bull. de l'Inst. Agr. et des St. de Rech. de Gembloux*, T. XVIII, p. 84.
- 2) PIRAUX E., JAMOTTE P., LHEUREUX F. (1953) L'aptitude des beurres à la conservation en frigo. *XIII^{me} Congrès Intern. Laiterie La Haye II* p. 549.
- 3) PIRAUX E., JAMOTTE P. (1953) De opslag van boter in het koelhuis. De invloed van het kopergehalte op de geschiktheid voor opslag. *Conserva* — n° 5.
- 4) P. JAMOTTE, F. LHEUREUX, E. PIRAUX. (1953) Les variations de l'indice de peroxyde dans le beurre entreposé à diverses températures et le rapport de ces

indices avec l'apparition du goût de poisson. XIII^{me} Congrès Intern. Laiterie La Haye III p. 1079.

- 5) W. MOHR (1953) XIII^{me} Congrès Intern. Laiterie La Haye — IV p. 239.
- 6) HOLM G. E., WRIGHT P. A., WHITE W., and DEYSHER E. F. (1938). The keeping quality of butters made from creams of different acidities and stored at various temperatures. *J. Dairy Sci.* 21 p. 385.
- 7) LOFTUS HILLS and THIEL J. (1946) *J. Dairy Res.* 14 — p. 340.
- 8) PERRIN, LIGHTFOOT and MOIR (1948) *J. Dairy Res.* 18 n° 1.

VERGELIJKENDE EVOLUTIE VAN HET PEROXIDEGETAL OP BOTER BEWAARD OP VERSCHILLENDE TEMPERATUREN.

Kan men de elementen vinden van een test van geschiktheid tot bewaring ?

door E. PIRAUX, P. JAMOTTE, F. LHEUREUX en R. LACROSSE.

Samenvatting.

Tijdens proeven, gedaan op bewaring van boter in een koelhuis, hebben de schrijvers de evolutie van het peroxidegetal van boter, bewaard op 1° C, en van boter bewaard op — 10° C met elkaar vergeleken. Deze proeven werden gedurende 2 jaar uitgevoerd op meer dan 200 monsters.

Zij hebben kunnen vaststellen dat de variatie van het peroxidegetal op 1° C laat voorzien hoe de boter zal kunnen bewaard worden op — 10° C. Indien het peroxidegetal op 1° C de waarde van 0,8 tot 1,0 niet bereikt binnen 70-75 dagen, dan zal deze boter, bewaard gedurende 5 tot 6 maanden op — 10° C, niet vissig of vettig worden.

Indien men vooraf boter, met een kopergehalte boven de 70 γ of beter nog boven de 50 γ per kg, verwijderd (deze boter bewaart heel slecht in een koelhuis), dan zal vernoemde test slechts van toepassing zijn op boter voor dewelke zij volledig voldoende schenkt.

COMPARED VARIATIONS OF THE PEROXIDE VALUE IN BUTTERS STORED AT VARIOUS TEMPERATURES.

Will those variations afford a basis for a test of the keeping quality ?

by E. PIRAUX, P. JAMOTTE, F. LHEUREUX and R. LACROSSE.

Summary.

In the course of trials on the keeping quality of butters in cold storage, the authors compared during two consecutive years and in more than 200 samples of butter, the variations of the peroxide value in butters stored at 1.2° C and in butters stored at — 10° C.

They came to the conclusion that the variations of the peroxide value at 1.2° C give indications about the keeping quality at — 10° C. When the peroxide value (according to Loftus Hills and Thiel) remains at 1 °C, below 0.8 to 1.0 within 70-75 days, the butter stored during 5 to 6 months at — 10° C does not become fishy or tallowy.

If butters with more than 70 γ, and better with more than 50 γ copper per kg are previously discarded, as such butters are of very poor keeping quality in cold storage, the above mentioned test is to be applied only to butters for which it proves quite satisfactory.

VERGLEICHSENTWICKLUNG DER PEROXYDZAHL FÜR VERSCHIEDENE
TEMPERATUREN IN DER KONSERVIERTEN BUTTER.

Ist es möglich, ein Mittel zur Bestimmung der Haltbarkeitsfähigkeit zu finden ?

von E. PIRAUX, P. JAMOTTE, F. LHEUREUX und R. LACROSSE.

Zusammenfassung.

Im Verlaufe der Versuche auf die Haltbarkeit der Butter im Kühlhaus während zwei auf einander folgenden Jahren und an mehr als 200 Butterproben haben die Autoren die Entwicklung der Peroxydzahl der bei 1-2° C konservierten Butter mit derjenigen der gleichen bei — 10° C konservierten Butter verglichen.

Sie haben feststellen können, dass die Veränderungen der Peroxydzahl bei 1° C eine Voraussicht auf die Haltbarkeit der Butter bei — 10° C zulässt. Falls die Peroxydzahl von Loftus Hills und Thiel bei einer Temperatur von 1° C innerhalb von 70-75 Tagen einen Wert von 0,8 bis 1,0 nicht erreicht, nimmt die Butter, die bei — 10° C konserviert wurde, keinen Fisch- oder Fettgeschmack an.

Wenn man von vornherein alle Butterproben ausschliesst, die einen Kupfergehalt von mehr als 70 γ oder noch besser von 50 γ pro kg aufweisen, da derartige Butter sich schlecht in Kühlhaus konserviert, so wird der vorerwähnte Test nur für diejenigen Buttersorten angewandt, für die er vollkommene Genugtuung gewährt.

EVOLUTION COMPAREE DE L'INDICE DE PEROXYDE DANS LES BEURRES
CONSERVES A DIVERSES TEMPERATURES.

Peut-on y trouver les éléments d'un test d'aptitude à la conservation ?

par E. PIRAUX, P. JAMOTTE, F. LHEUREUX et R. LACROSSE.

Résumé.

Au cours d'essais sur la conservation des beurres en frigo, les auteurs ont comparé pendant deux années successives et sur plus de 200 échantillons de beurres, l'évolution de l'indice de peroxyde dans des beurres conservés, d'une part, à 1-2° C et, d'autre part, à — 10° C.

Ils ont pu constater que les variations de l'indice de peroxyde à 1-2° C permettent de prévoir comment le beurre se conservera à — 10° C. Lorsque l'indice de peroxyde n'atteint pas à 1-2° C une valeur de 0,8 à 1,0 endéans 70-75 jours, le beurre conservé 5 à 6 mois à — 10° C ne prend pas le goût de poisson ou le goût grasseux.

Si l'on écarte au préalable les beurres d'une teneur en cuivre supérieure à 70 γ , et, mieux encore, à 50 γ par kg, beurres qui se conservent mal en frigo, le test en question ne sera à appliquer qu'aux beurres pour lesquels il donne toute satisfaction.

Contribution à l'étude de la régénération naturelle du Chêne en Lorraine Belge (*) (**)

par

J. TURBANG

« Le Congrès international de sylviculture à Bruxelles émet le vœu que les stations de recherches des pays intéressés étudient d'urgence les moyens de remédier à la régression du chêne qui se remarque dans toute l'Europe occidentale aussi bien dans les futaies mélangées que dans les réserves des taillis-sous-futaies. »

Bull. Soc. cent. for. Belgique 1935.

SOMMAIRE

I. Conditions générales.

1°. Situation géographique et topographique	91
2°. Conditions climatologiques	91
3°. Structure géologique	93
4°. Les types de sols	94
5°. Les éléments floristiques	97
6°. Les peuplements forestiers	98

II. La régénération naturelle du chêne.

1°. Propriétés génétiques des semenciers	98
A. Existence de races écologiques	98
B. Caractères morphologiques de nos chênes indigènes	99

(*) Déposé à la rédaction le 26 mai 1954.

(**) Cette étude a été effectuée sous la direction de M. le Professeur BOUDRU, auquel j'exprime ma profonde gratitude.

Il m'est également agréable de témoigner ma sincère reconnaissance à M. le Professeur SYLVI-LELIGOIS de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts à Nancy, à MM. BRENY, Chargé de cours à l'Institut Agronomique de l'Etat, et GALOUX, Chef de section à la Station de Recherches forestières de l'Etat à Groenendael.

J'adresse mes vifs remerciements à MM. LECLERQ de la Station du Génie Rural, et CLAUDE, Garde-forestier du triage de Hachy, pour l'aide technique qu'ils m'ont apportée.

2°. Fructification et répartition des glandées	100
3°. La germination	100
A. Mécanisme	100
B. Influence du microclimat	101
C. Causes de destruction des glands	101
4°. L'écologie du semis de chêne en forêt	103
A. Espèce et station	103
B. La lumière et ses effets	106
a) Influence respective de la réserve et de la végétation basse	106
b) Lumière et enracinement	108
c) Relation entre la luminosité et les dimensions foliaires	108
C. Etude du milieu	109
a) Bilan d'eau du sol forestier	109
b) Observations synécologiques	113
III. <i>Technique de la régénération naturelle du chêne.</i>	
1°. Etendue de la trouée de régénération	117
2°. Orientation de la trouée	118
A. en l'absence du hêtre	118
B. en présence du hêtre	119
3°. Intensité des coupes	127

I. CONSIDERATIONS GENERALES (1)

1°. Situation géographique et topographique.

Située aux confins méridionaux de notre pays, la Lorraine Belge est formée d'une suite de reliefs ondoyants du Nord vers le Sud et allongée de l'Ouest vers l'Est. Elle fait suite au versant Sud de l'Ardenne belge.

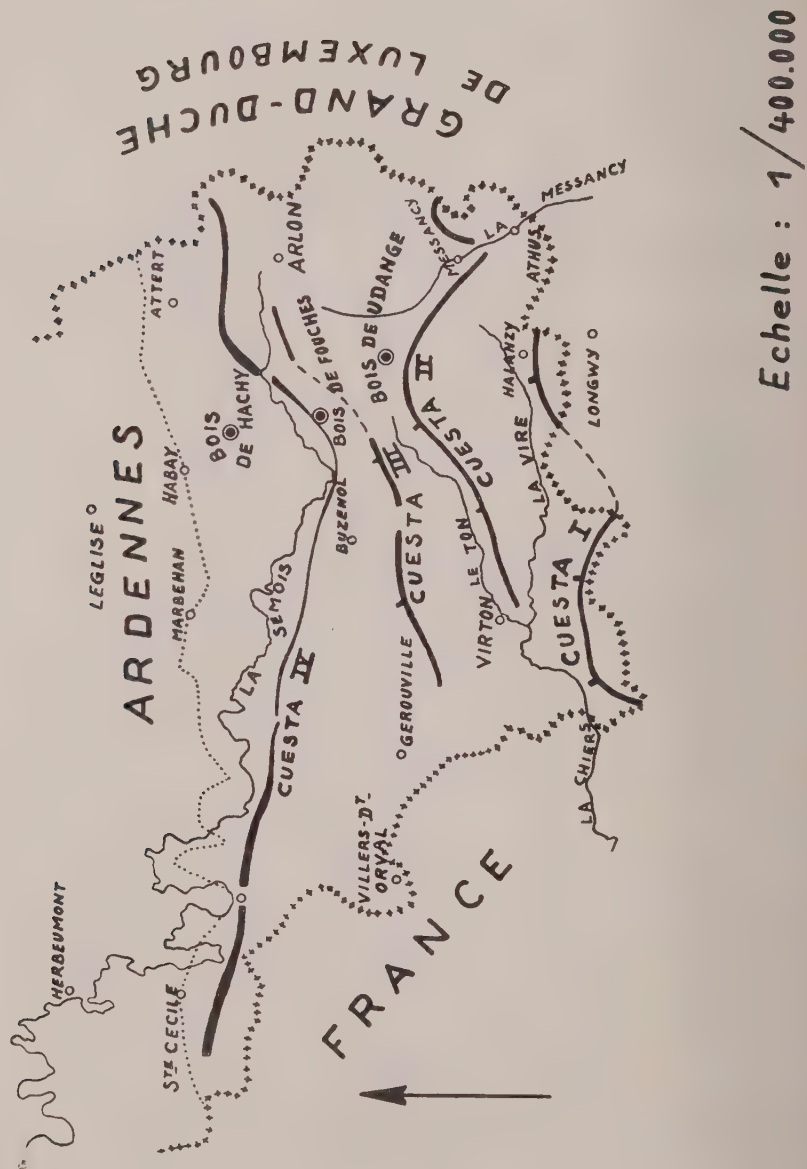
L'altitude varie entre 195 et 465 m, les hauteurs boisées ayant en moyenne 300 m. En général, le relief jurassique présente une allure plutôt douce.

Quoique le substrat géologique d'origine secondaire comprenne les roches les plus variées, celles-ci n'apparaissent nulle part à travers le manteau végétal comme c'est le cas en Ardenne et dans la région schisto-calcaire. La Gaume est un pays sans rocher et ne connaît aucun escarpement. Les vallées sillonnent le pays sans heurt. La raison doit en être trouvée dans le fait que les roches gréseuses, schisteuses et marnieuses sont généralement tendres et ne résistent guère à l'action pédogénétique du climat.

2°. Conditions climatologiques.

Par leur situation plus méridionale et à l'abri des crêtes ardennaises, nos forêts jouissent d'un climat plus doux que celui des régions voisines. La température annuelle varie entre 7°5 C et 9°0 C selon l'altitude et les expositions.

Les précipitations oscillent autour de 1100 mm avec un maximum durant l'hiver. C'est un climat à allure de transition. Les extrêmes y sont



Carte topographique et géomorphologique de la Lorraine belge avec emplacement des bois envisagés dans le présent travail.

assez accusés, tandis que la répartition des pluies présente encore des tendances océaniques.

Certaines plantes recherchant la sécheresse estivale, c'est-à-dire beaucoup d'espèces submontagnardes, y trouvent déjà un climat favorable.

Le substrat géologique et l'évolution du réseau hydrographique influencent fréquemment les conditions climatologiques locales : brouillards de rayonnement sur les « fanges » et les tourbières des vallées subséquentes de la Semois, grande variabilité thermique sur les sables du Virtonien, atmosphère froide et humide dans les dépressions des marnes rhétiennes au Sud des Ardennes.

3°. Structure géologique.

Au point de vue géologique, la Gaume appartient au bord Nord du Bassin de Paris. Elle est la seule région belge où affleurent le Trias et le JURASSIQUE, dont les roches lui confèrent une individualité bien marquée.

Les couches disposées en série monoclinale et plongeant faiblement vers le Sud, sont composées de roches alternativement dures et tendres et donnent naissance à des côtes ou reliefs correspondant aux assises plus résistantes. Ce sont les « Cuestas » boisées de la Gaume. On en distingue quatre. Nous rencontrons du Sud vers le Nord :

la cuesta *Bajocienne* (I), la mieux marquée, longe la frontière française. Son assise résistante est le Calcaire de Longwy (Bois de Torgny).

la cuesta *Charmouthienne* (II), moins marquée que la précédente. Elle doit son existence à la résistance des assises supérieures du Virtonien, du Macigno d'Aubange et de Messancy (Bois de Mussy-la-Ville, Rache-court, UDANGE).

A l'Est, dans la région de Messancy s'est développée une dépression topographique dans le substratum imperméable et plus altérable des schistes argileux d'Ethe.

la cuesta des *Grès de Virton* (III), n'offre plus un caractère morphologique très marqué, l'assise étant souvent sableuse (Bois d'Arlon).

la cuesta *Sinémurienne* (IV) sur Grès calcarifère de Florenville et d'Orval supporte un de nos plus grands massifs forestiers qui s'étend de la frontière française aux portes d'Arlon (Bois d'Orval, d'Etalle, de FOUCHES...).

Enfin en bordure méridionale de l'Ardenne s'étend une large dépression où affleurent les marnes triasiques et liasiques : c'est une région de cultures entrecoupées de bois. (Fraîche-Bois de HACHY).

Si l'on résume succinctement la composition lithologique du jurassique belge, on voit que le Lias ou Jurassique inférieur est formé essentiellement de roches sableuses, de marnes, de grès calcaireux, de calcaires argileux. Le DOGGER ou Jurassique moyen, est formé principalement par des calcaires coralliens et oolithiques; sa base est caractérisée par des marnes et des calcaires marneux avec des couches de minerai de fer.

4^o. Les types de sols.

Au point de vue géographique, nous nous sommes arrêtés à 3 bois communaux représentant 3 principaux types forestiers de la Gaume.

Ils caractérisent le substrat géologique par un ensemble de facteurs pédologiques et floristiques. Nous avons laissé de côté les roches calcaires.

A. BOIS DE FOUCHES.

1) *Roche-mère géologique* : Grès et sables.

Assises : Sables et Grès de Virton
Calcaires sableux d'Orval.

2) *Profil général* : Terre brune légèrement podsolique.

bA₀ : 3-4 cm feuilles de chênes, rhizomes morts de *Deschampsia flexuosa*, décomposition plutôt lente, chémomor sur 2 à 3 cm d'épaisseur, holorganique, entrelacé de racines fines, fibro-granuleux, pH 4.0.

Présence de « *Lumbricus rubellus* Hoffm ».

bA₁ : 10-15 cm sable noir humifère, chémomull, grains de sable blancs, petits agrégats à stabilité mécanique faible, friable et poreux en raison de l'abondance de la fraction sableuse, activité biologique faible, cendres de bois, sable cuit, pH 4.5 à 5.0.

bA₂ : 60 cm sable couleur cacao, agrégats de 1 mm de diamètre, poreux friable, appareil racinaire développé, activité biologique nulle. pH = 5.0.

bA/C : sable jaune avec quelques grès calcarifères, décarbonaté autour du squelette. pH = 5.0.

3) *Propriétés physiques*.

La décarbonatation profonde laisse un profil où la fraction sableuse est abondante. En raison de la faible teneur en colloïdes minéraux et de la désaturation de ceux-ci, les agrégats sont très petits et manquent de stabilité. La grosseur des particules sableuses confère au sol une bonne capacité pour l'air, une grande friabilité et une bonne porosité. Le régime hydrique est plutôt sec, la capacité pour l'eau est faible.

4) *Propriétés chimiques*.

Le lessivage intense du profil favorise la décarbonatation et la désaturation rapide du complexe argileux. La ligne de pH se situe aux environs de 5.0. L'humus est peu saturé dans l'horizon A₀.

5) *Activité biologique*.

Elle est en général faible et se produit en surface. Les organismes endogés sont rares et n'agissent qu'à faible profondeur.

6) *Dynamique*.

Grâce à la perméabilité, l'évolution des sols est rapide. La plupart d'entre eux sont des profils arrivés à maturité.

La dégradation fait évoluer les sols vers des profils de jeunes ferro-podsols si la lande à bruyère séjourne un temps plus ou moins long. De tels exemples sont plutôt rares et de faible étendue au Bois de Fouches. La productivité de cette station est bonne pour le hêtre et médiocre pour le chêne.

B. BOIS D'UDANGE.

1) *Roche-mère géologique* : Schistes argileux.

Assises : Schistes d'Ethé

Macigno de Messancy.

2) *Profil général* : Terre brune lessivée.

bA₀ : 0.5 à 1 cm, feuilles de chêne enroulées, litière se détruisant régulièrement, nervures et pétioles de chêne s'altérant rapidement, de même que les brindilles et cupules de glands, lacs mycéliens blancs sous la litière.

bA₁ : 20-30 cm, horizon gris-brun, argileux, peu humifère, copro-ché-momull, agrégats nombreux et cuboïdes, stables, bonne activité biologique, appareil racinaire bien développé, pH = 5.2.

bC : 60 cm, horizon brun avec des taches gris-argent, gleyifié : structure schistoïde de la roche-mère, rares squelettes schisto-gréseux; pH = 5.5.

3) *Propriétés physiques.*

La fraction argileuse abondante donne une structure bien stabilisée dans les horizons A₁ et A₂. La capacité en air, relativement forte dans le A₁ diminue en profondeur pour devenir nulle dans le CG. Le sol est lourd, compact; la capacité en eau est grande, mais la réserve totale en eau n'est pas considérable en raison de l'imperméabilité du gley qui se différencie nettement. La forte ascension capillaire peut épuiser la réserve pendant l'été. Il en résulte que le sol se gorge rapidement d'eau à l'automne et la perd en été. (Régime hydrique alternatif).

4) *Propriétés chimiques.*

Le lessivage est faible dans le profil en raison de l'abondante fraction argileuse. La saturation du complexe colloïdal est satisfaisante quoique la roche-mère soit pauvre en minéraux biogènes. L'humus du type chémo-copromull est bien saturé de cations. La ligne des pH du profil se situe entre 5.0 et 5.5.

5) *Activité biologique.*

Elle est en général moyenne et s'accomplit sur une assez grande profondeur. On y rencontre les organismes endogés les plus écosensibles, mais en faible population. L'humification est rapide.

6) *Dynamique.*

La pédogénèse est assez rapide. L'évolution du sol s'arrête aux types mûrs en raison du faible lessivage qui s'y produit. Ce sont des sols forestiers de haute productivité (chêne et hêtre).

C. FRAICHE-BOIS DE HACHY.

1) *Roche-mère géologique* : Marnes.

Assises : Marnes de Jamoigne
Marnes du Rhétien.

2) *Profil général* : Terre brune légèrement lessivée.

bA₀ : 0,5 cm, quelques feuilles de chêne, cupules de glands, pétioles.

bA₁ : 30 à 40 cm, argileux brun assez humifère, copromull, structure composée, agrégats 0,5 cm de diamètre, plutôt arrondis, nombreux pores, grand nombre de galeries verticales de Lombrics auréolées de matières humiques, bonne capacité en air et en eau, pH = 5,3, appareil racinaire principal bien développé.

bA₂ : 20 cm, horizon plus clair argileux, structure moins accusée, agrégats cuboïdes, macrostructure moins évidente, grand nombre de galeries de Lombrics à larges ouvertures, frais, appareil racinaire principal bien développé, pH = 5,5. Présence de *Lumbricus terrestris* *Octolasion cyaneum* (les plus exigeants écologiquement).

bG : 50 cm horizon argileux plus clair, gley avec taches grises de teinte gris-bleuâtre, frais, non structuré, plus compact, encore bioactif, appareil racinaire secondaire à racines moins ramifiées, bonne économie d'eau en permanence, pH = 5,7 à 6,3.

3) *Propriétés physiques.*

La présence des grands Lombricides à vie endogée profonde (*Lumbricus terrestris*, *Octolasion cyaneum*) et la bonne structure biogène de l'horizon A₁ confère au sol une excellente aération sur 60 cm environ en dépit de l'abondance de la fraction argileuse. Celle-ci en fait une terre lourde compacte, à régime thermique peu variable. Le complexe colloïdal et la présence de gley indique en même temps une économie d'eau très favorable.

4) *Propriétés chimiques.*

Le complexe argileux à grande surface active est bien saturé de cations, la décarbonatation est totale. L'humus bien saturé est un copromull.

5) *Activité biologique.*

C'est un sol forestier à haute activité biologique grâce à sa grande population en organismes à vie endogée profonde. Nous avons compté,

l'automne 1950, deux tonnes/Ha de rejets de Lombrics à la surface du sol. La taupe affouille l'horizon A₁.

6) *Dynamique.*

Il y a assez peu à dire à ce sujet. La maturation de ces sols est rapide. La haute teneur en colloïdes minéraux bien saturés et la présence de gley ne favorisent pas une évolution ultérieure.

La productivité de la station pour le chêne pédonculé est exceptionnelle. Elle est également très bonne pour le hêtre et favorable pour le frêne.

5°. Les éléments floristiques. (*)

Nos forêts jurassiques appartiennent au domaine géobotanique médio-européen. Elles correspondent à l'étage de la Chênaie (*Querceto-Carpinetum*) riche en hêtre et présentant un nombre important de variantes conditionnées par la grande diversité des types de sol. C'est surtout l'économie de l'eau de ceux-ci qui influence la proportion des essences principales dans le groupement; le chêne sessile et le hêtre dominant dans les bois de Fouches et d'Udange, tandis que le chêne pédonculé se cantonne au Fraîche-Bois de Hachy, sur les terrains frais présentant un gley en profondeur.

A. *Bois de Fouches* : Q. C. *Luzuletosum* (TUXEN).

Il s'agit d'un faciès plus ou moins altéré avec une forte infiltration de la flore de la Chênaie à bouleau. Les sols qui y correspondent présentent toute la gamme des profils allant jusqu'à celui du QUERCETUM MEDIO-EUROPAEUM. Ce groupement assez productif est difficilement identifiable tant la forêt a été modifiée au cours des temps.

B. *Bois d'Udange* : Q. C. *Asperuletosum* (TUXEN).

Association caractérisant d'une manière générale la zone de transition de la Chênaie à charme et l'étage du hêtre. Nous relevons de nombreuses transgressives du Fagion : *Asperula odorata*, *Daphne mezereum*, *Rubus saxatilis*, *Polygonatum verticillatum*, *Prunus padus*.

C. *Fraîche-Bois de Hachy* :

1) Q. C. *Stachyetosum* (TUXEN).

Groupement de la Chênaie à charme sur sol frais, d'origine colluvionnaire à horizon gley et nappe phréatique relevés (± 70 cm).

(*) Les relevés phytosociologiques comme les éléments de base de la présente étude sont extraits de :

J. TURBANG. — Etude écologique et aménagement des Bois Communaux de HACHY. Mémoire de fin d'études — Gembloux 1951.

2) Q. C. Filipenduletosum (TUXEN).

Climax forestier sur alluvions humides, à gley superficiel et puissant, débutant vers 30 à 40 cm.

6°. Les peuplements forestiers.

Au Bois de FOUCHES, le peuplement feuillu présente le caractère d'une jeune futaie sur taillis.

Le chêne rouvre domine largement dans la réserve, le reste étant occupé par le hêtre. Celui-ci est envahissant sur le versant Nord et y prédomine à certains endroits. La croissance est en général bonne pour le hêtre mais laisse parfois à désirer pour le chêne, surtout dans les sols plus sableux.

Sur le versant Sud, le bouleau colonise naturellement les clairières et les trouées et y fait même partie de la maigre réserve d'une série de cantons ruinés. Le sous-bois est composé de chêne et de charme, ce dernier disparaissant parfois au profit du bouleau et de la bourdaine.

Le Bois d'UDANGE est traité en futaie qui postule d'une manière naturelle la dominance du hêtre dont la croissance est excellente. Le chêne rouvre et l'érable sycomore y sont en forte régression. De même, le taillis tend à disparaître en raison de la densité de la réserve.

Au FRAICHE-BOIS, nous sommes en présence de la « phase sénile » d'une futaie sur taillis.

La vieille réserve clairsemée est formée par le chêne pédonculé de qualité exceptionnelle auquel viennent s'associer quelques hêtres et frênes bien venants.

Le taillis d'une vigueur excessive, est composé essentiellement de charme, accessoirement de coudrier, d'érable sycomore et champêtre, et de tremble. Vers le bas du versant, ils cèdent la place à l'aulne glutineux et au saule marceau.

La régénération naturelle du chêne y est extraordinaire. Elle n'a pas d'égale dans le Jurassique. Les semis qu'on est occupé à dégager viendront bien à point pour remplacer les vieilles réserves appelées à disparaître lors des prochaines exploitations.

II. — LA REGENERATION NATURELLE DU CHENE

1°. Propriétés génétiques des semenciers.

A. EXISTENCE DE RACES ECOLOGIQUES.

Quand on consulte un traité de phytogéographie (2) on remarque la vaste répartition de nos chênes, en particulier celle du chêne pédonculé qui s'étend du Portugal à l'Oural et de la Sicile à la Norvège. On note

également qu'en Europe, depuis l'Atlantique jusque la ligne Königsberg-Odessa et dans le Caucase, le domaine du chêne pédonculé se confond avec celui du rouvre. Etant donné ces constatations, on pourrait croire qu'il importe peu de faire des distinctions bien nettes entre nos deux chênes, tant du point de vue écologique que cultural. Or, ce sont précisément ces espèces à large amplitude écologique qui ont la plus grande tendance à créer des races locales. De même, dans les stations où apparemment les deux chênes semblent confusément mélangés, nous les trouvons singulièrement bien cantonnés suivant leurs exigences édaphiques respectives.

Ainsi dans nos forêts, les individus les plus délicats ont été éliminés successivement au profit des individus plus résistants, sous l'effet du climat (3). Il en résulte une sélection naturelle dans la population; les individus qui constituent un mélange plus homogène de lignées pures forment le fond de la nouvelle population. Ceci explique le fait que ces chênes réagissent différemment lorsqu'on les cultive sous un climat autre que leur climat d'origine. Les chênes issus de glands récoltés en Basse-Belgique peuvent souffrir de gelées tardives en Ardenne ou même en Gaume : les semis de ces régions à climat atlantique entrent effectivement plus tôt en végétation. Les expériences de M. BURGER en Suisse (4) et de récentes études conduites à la Station de Recherches des Eaux et Forêts à Groenendaal (Belgique) confirment l'existence de races locales de chêne. Il semble exister des races écologiques propres aux grandes variantes géographiques ou phytosociologiques de nos Chênaies.

Au point de vue sylvicole, il importe donc de faire une distinction bien nette entre nos deux espèces de chêne, et de ne pas rester indifférent à la notion de race écologique, question encore actuellement à l'étude.

B. CARACTERES MORPHOLOGIQUES DE NOS CHENES INDIGENES.

A. POSKIN (36) signale pour la Belgique un type pédonculé et un type rouvre avec de nombreuses formes intermédiaires.

Dans une brève étude morphologique à propos de nos chênes nous avons remarqué également que les différences entre les deux espèces n'étaient pas très nettes. Il s'agit généralement d'arbres manifestant des ressemblances plus ou moins marquées avec l'une ou l'autre espèce. Certains auteurs en font même des hybrides. Des recherches suisses et allemandes semblent prouver qu'il n'en est rien. Si la possibilité d'hybridation était aussi grande, il y aurait longtemps que dans notre région, où les conditions écologiques sont très variées et où les chênes pédonculé et rouvre voisinent fréquemment, ceux-ci auraient disparu et seraient remplacés par des hybrides. Or, nous constatons partout que les différences entre les deux espèces restent sensibles et souvent sur des espaces très réduits.

DENGLER (5) en 1941, a entrepris, à l'Académie forestière de Eberswalde des essais de croisement entre les deux chênes. Les résultats furent concluants : les cas de fécondation intraspécifiques (Q. pedunculata $\times$ Q.

pedunculata) furent de 30 à 60 %, ceux de (*Q. sessilis* $\times$ *Q. sessilis*) de 40 à 50 %.

Les croisements interspécifiques (*Q. pedunculata* $\times$ *Q. sessilis*) ne donnèrent que 1 à 4 % de résultats positifs.

D'après DENGLER, les difficultés d'hybridation entre les chênes pédonculé et rouvre sont telles que la présence d'hybrides dans la nature est moins fréquente qu'on ne le pense.

D'autre part, d'après M. GALOUX (Groenendaël), dans les descendance individuelles des chênes, les cas de disjonctions mendéliennes donnant à la fois des sujets de types purs rouvre et pédonculé existent, mais fort rarement.

2°. Fructification et répartition des glandées.

Au Fraîche-Bois, station du chêne pédonculé, la floraison s'est répartie au printemps 1950, de la 2^{me} semaine de mai à la 1^{re} semaine de juin. M. GALOUX nous communique que selon ses observations, il n'est pas impossible que les chênes d'une même forêt fleurissent chaque année le plus souvent dans le même ordre. S'il en était ainsi, les fleurs d'un chêne déterminé, auraient des chances d'être fécondées par le pollen des mêmes arbres. Les glands d'un même arbre, bien que de grosseurs différentes, présentent dans leur ensemble des dimensions qui sont propres à l'arbre considéré.

Voici pour la région jurassique, les dates des glandées :

Glandées totales : 1921, 1931, 1941, 1950.

1946 : exceptionnelle au Fraîche-Bois.

Glandées partielles : 1927, 1935, 1944, 1949.

Les glandées totales se produisent en moyenne tous les 10 ans : les glandées partielles sont plus fréquentes (2 à 3 ans). En fait, il y a production de glands presque chaque année, tantôt dans une station, tantôt dans une autre, parfois sur des surfaces restreintes ; c'est le cas notamment pour le chêne rouvre.

Les glands mûrissent, d'après les conditions météorologiques, de la mi-septembre à octobre ; les glands de chêne rouvre du Bois de Fouches sont plus hâtifs que ceux de pédonculé au Fraîche-Bois : la différence est de quelques jours. Ce détail a cependant peu d'importance car il est des rouvres qui disséminent leurs fruits plus tard que les pédonculés.

3°. La germination.

A. MECANISME (6).

La germination ne peut se produire que si le gland se trouve placé dans des conditions favorables d'humidité, d'aération et de température. Ces conditions étant réalisées, le système hormonal entre en activité, le gland absorbe de l'eau, les cellules s'accroissent et il se produit un gon-

flement suivi de la déchirure de l'enveloppe en un point. La croissance de l'embryon commence par la racicule qui s'allonge, sort par la déchirure de l'enveloppe, perce la couverture morte et s'enfonce dans le sol. Les cotylédons restent en place, éventuellement sous terre, mais la gemmule, chassée hors de la graine par allongement de la base des cotylédons, se développe en une pousse qui vient se placer directement dans le prolongement de la racicule. Le développement de l'embryon est possible grâce aux réserves accumulées dans les cotylédons qui sont transformées et utilisées pour la formation de nombreux tissus en attendant que la plantule, munie de chlorophylle et ayant des radicelles puisse se nourrir par elle-même.

Nous verrons plus loin que le jeune chêne, dont la germination est hypogée peut aisément subsister la 1^{re} année sous un couvert dense. Le hêtre (7) à germination épigée, émet des feuilles cotylédonnaires et dès la 1^{re} année, utilise la lumière dans l'assimilation chlorophyllienne.

B. INFLUENCE DU MICROCLIMAT.

Les glands de chêne sessile germent déjà abondamment en automne, par temps humide et chaud. Il faut que le sol ait une température voisine de 5°. La chaleur provient presque exclusivement de la radiation solaire, une très faible partie seulement est due à la combustion des matières organiques de la couverture (8). Il est donc utile d'entretenir un microclimat favorable en forêt pour éviter le brassage trop intense des masses d'air.

Sur les sables du Bois de Fouches et en particulier sur les versants S-E et S la germination est plus hâtive que sur les schistes argileux du Bois d'Udange. Fin octobre, nous y avons déjà extrait des plantules dont la longueur des radicelles atteignait 10 cm: le pouvoir rayonnant des sables pendant les journées ensoleillées et l'humidité superficielle due à la rosée abondante des nuits automnales sont des facteurs favorables à la germination. Dès les premiers froids, cette activité cesse, mais au printemps, ces glands entrent à nouveau en germination plus tôt que tous les autres.

Les glands de chêne pédonculé au Fraîche-Bois, émettent rarement leur germe au cours de l'automne. Il semble qu'il s'agit là d'une part, d'une propriété inhérente à l'espèce et d'autre part de l'influence du microclimat qui au Fraîche-Bois comme dans la plupart des stations du chêne pédonculé, est froid et humide à cette époque de l'année.

C. CAUSE DE DESTRUCTION DES GLANDS.

Les semences depuis leur dissémination en automne jusqu'à l'époque de la germination au printemps, sont anéantis en grande quantité. Certaines espèces de gibier en font disparaître une bonne partie. Par contre, il faut reconnaître l'utilité du sanglier et du mulot, qui tout en consommant de grandes quantités, contribuent au Bois de Fouches, où la couverture morte est épaisse, à mettre le gland en contact avec le sol miné-

ral, le premier en remuant la litière, le second en transportant les glands dans les galeries superficielles. Il est fréquent de voir dans ce bois, des semis de chênes densément serrés en ligne droite ou sinueuse, ayant pris racines dans d'anciennes galeries de rongeurs.

Toutes les bonnes semences ne trouvent pas au printemps les conditions nécessaires à la germination. Nous donnons ci-après leurs principales causes de destruction.

a) *Fraîche-Bois.*

1) Beaucoup de glands pourrissent au cours de l'hiver à la suite d'un excès d'humidité à la surface du sol. Cela est dû généralement au tassement à la suite de coupes, à la disparition de l'humus et aussi à la suppression des pertes en eau par la transpiration des arbres. La souille exubérante y contribue aussi pour une large part. Cet état du sol est marqué par l'apparition de plantes hygrophyles : *Valeriana officinalis*, *Filipendula ulmaria*, *Polygala serpyllifolia*. L'hygrométrie augmente proportionnellement à la remontée de la nappe phréatique, c'est-à-dire du haut du versant vers la dépression humide.

Dans le « Q. C. *Filipenduletosum* », l'humidité superficielle devient un facteur léthal pour la germination.

Dans le « Q. C. *Stachyetosum silvaticae* » où la nappe phréatique se situe aux environs de 70 cm, la levée des glands est massale.

2) De nombreux glands sont troués chaque année par la larve d'un Curculionide (*Balaninus elephas* GYLL). Les uns deviennent stériles, les autres donnent des plantules très médiocres.

b) *Bois de Fouches.*

1) *Couverture morte très épaisse.* Le sol minéral retient l'eau extérieurement sur les interfaces des particules, donc au contact immédiat du gland. La matière organique par contre, et en l'occurrence l'humus brut retiennent l'eau à l'intérieur des particules, c'est-à-dire, hors de portée du gland. Celui-ci ne peut donc profiter de l'eau météorique que pendant et immédiatement après les pluies. D'autre part, les couches superficielles de feuilles mortes gisent horizontalement et la poussée capillaire y est constamment interrompue. Il en résulte une dessiccation des feuilles avec formation d'une croûte sèche. De plus, le taillis très clair n'oppose qu'une très faible résistance aux vents. De nombreuses semences sont ainsi exposées à la dessiccation.

2) *Densité de la strate herbacée :* Le réseau racinaire compact et superficiel de la canche flexueuse et de la myrtille enlève au sol une quantité considérable d'humidité et entrave la pénétration des radicelles des semis.

3) *Les gelées hors saison aux abords de la Fange de Landbrouch.* Les gelées hors saison et les brouillards de rayonnement sont très courants

dans la Fange de Landbrouch. Celle-ci exerce donc une profonde influence sur la régénération du chêne dans la forêt voisine. Les sables ont une grande aptitude à l'échauffement et la saison de végétation y dure plus longtemps : par conséquent la plupart des glands émettent déjà un germe peu après leur chute. Les premières gelées blanches suffisent pour tuer le germe et noircir les cotylédons. En 1951 encore, des glands gelés jonchaient en masse le parterre des coupes attenantes à la Fange. Plus loin dans l'étude des semis, nous donnerons quelques chiffres sur l'importance des dégâts.

c) Bois d'Udange.

Les conditions de germination sont en général bonnes et les causes de destruction des glands sont mineures.

1) *Couverture vivante* : Moins accentuée qu'au Bois de Fouches sauf dans les clairières où la végétation est exubérante.

2) *Tassement superficiel du sol*. Mince horizon gleyifié sous l'horizon A₁, vers 5 cm de profondeur, dû au tassement du sol sous l'influence du peuplement de hêtre à couvert très relevé. Nous avons arraché des glands germés dont la radicule déformée n'avait pu traverser cette zone compacte.

4°. L'écologie du semis de chêne en forêt.

A. INFLUENCE DE L'ESPECE ET DE LA STATION.

a) *Semis de 1 an* : Dans le tableau ci-après, nous reproduisons les dimensions de plusieurs lots de semis de 1 an arrachés au mois de mars 1951 :

Espèce	Station	Dimensions moyennes de 100 plants			Nombre de bourgeons
		Tige	Racine	T/R(*)	
Ch. rouvre	Fouches	0,16	0,16	1,0	10
	Udange	0,16	0,14	1,1	11
Ch. pédonculé	Fouches	0,20	0,15	1,3	10
	Udange	0,20	0,10	2,0	14

(*) T/R représente le rapport entre la longueur totale de la tige et de la longueur du système racinaire.

Ces chiffres traduisent des dimensions plus fortes pour les pédonculés que pour les rouvres. Cette différence a déjà été observée en Belgique par M. POSKIN et en Suisse par M. BURGER.

Il est intéressant de constater que le pivot atteint la plus grande profondeur dans les sols les plus secs. Le nombre de bourgeons par contre, semble plus élevé dans les stations à régime hydrique favorable.

b) Semis de plusieurs années.

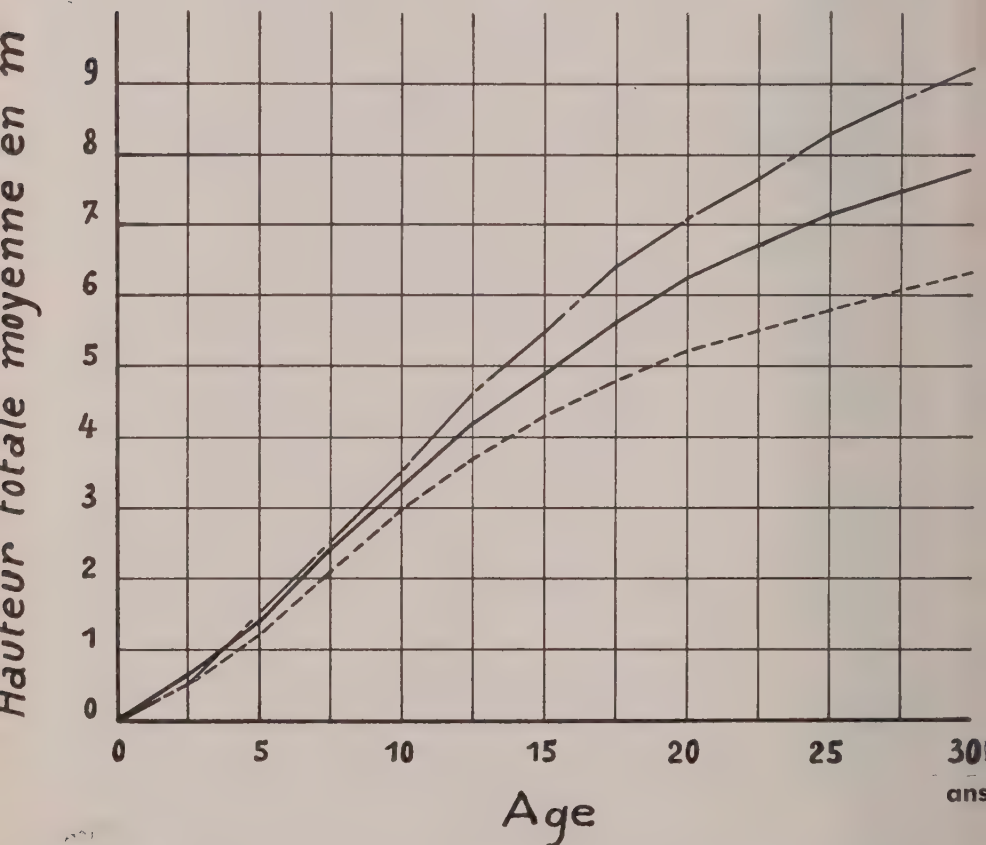
Pour suivre l'évolution ultérieure du jeune recrû, nous nous sommes basés sur des observations faites dans des trouées de régénération de 1 à 30 ans, observations que nous avons étendues aux étages de la futaie.

Les courbes de croissance (fig. 1) traduisent dès le début les différences de productivité entre les 3 forêts envisagées.

Nous constatons que les stations allemandes de productivité à peu près identiques (Spessart par exemple), accusent par pied d'arbre et pour toutes les catégories d'âge, des différences de hauteurs totales assez importantes et qui s'accroissent avec l'âge. Les volumes unitaires restant cepen-

Fig. 1.

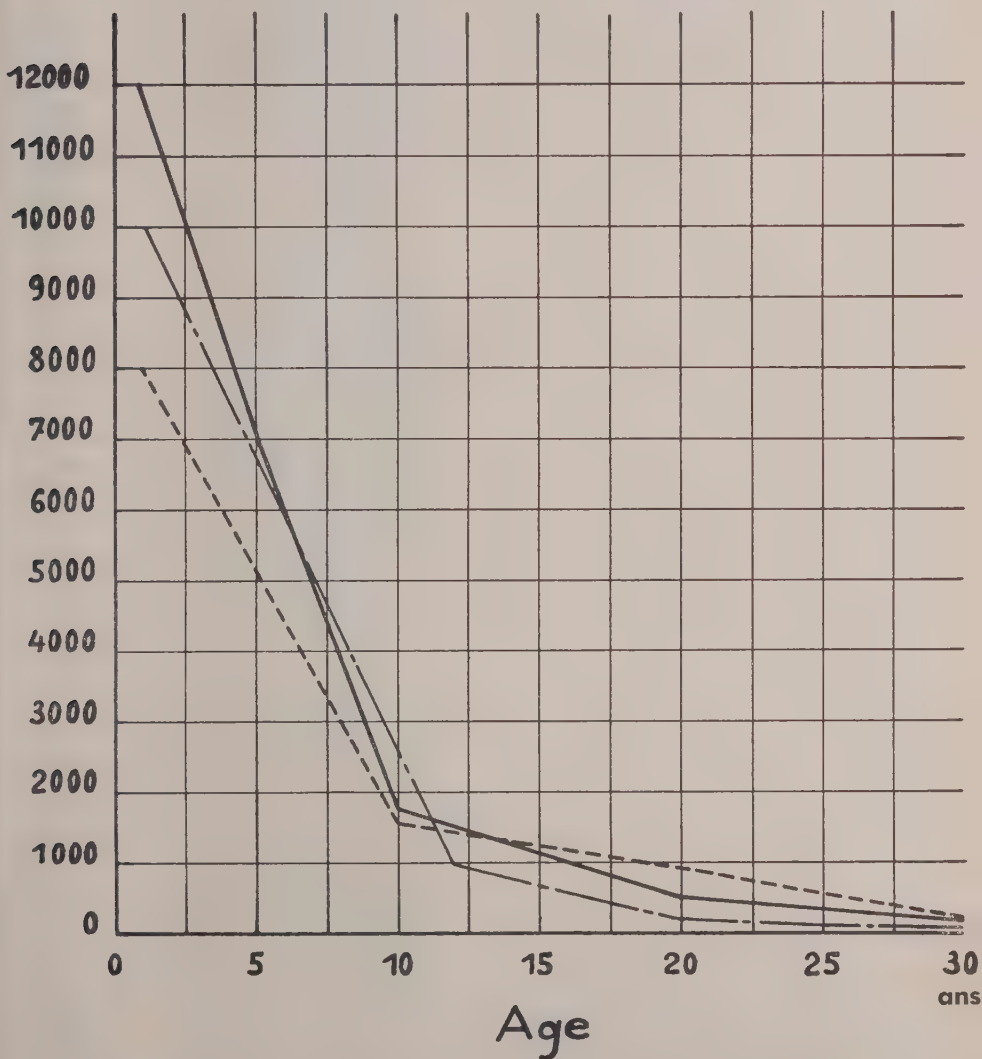
Hauteurs totales moyennes des semis naturels de chêne dans les 3 stations.



- FRAICHE-BOIS : Chêne pédonculé — Q. C. Stachyetosum.
- - - - BOIS D'UDANGE : Chêne rouvre — Q. C. Asperuletosum.
- BOIS DE FOUCHES : Chêne rouvre — Q. C. Luzuletosum.

Fig. 2.

Evolution du nombre de semis sous l'influence de la concurrence naturelle dans 3 trouées de régénération des chênes pédonculé et rouvre.



- FRAICHE-BOIS : chêne pédonculé.
— · — BOIS D'UDANGE : chêne rouvre.
- - - BOIS DE FOUCHES : chêne rouvre.

dant sensiblement semblables, nos chênes compensant les différences de hauteurs par de plus forts diamètres. Il semble à première vue qu'il faille attribuer ces différences morphologiques au régime de taillis-sous-futaie en Belgique, de la futaie pure ou mélangée en Allemagne.

A propos de la sélection naturelle dans les mêmes trouées de régénération, on constate que le couvert, avec l'âge, devient de plus en plus dense et par conséquent, la lutte pour l'espace et pour la lumière plus intense. Les courbes graphiques (fig. 2) donnent une idée assez claire de l'élimination extraordinairement rapide provoquée par la concurrence naturelle. Le jeune chêne par son tempérament héliophile y est très sensible. La courbe descendante s'amortit brusquement vers l'âge de 10 à 12 ans, ce qui laisse supposer qu'il s'est établi provisoirement un équilibre quantitatif dans le cône de régénération.

Dans le profil vertical de la trouée apparaissent aussi des différences qualitatives fort prononcées. C'est ainsi qu'on peut distinguer des étages dominant, co-dominant et dominé. La hauteur du peuplement dominant dépasse relativement peu celle du peuplement dominé. Le diamètre moyen des tiges d'élite est par contre beaucoup plus fort que celui du sous-étage. Ceci prouve que des chêneaux en danger d'être dépassés par leurs voisins emploient tous les moyens pour s'allonger et se maintenir aussi longtemps que possible hors du sous-étage (4).

D'après nos observations, il semble bien que le nombre de dominants par rapport au nombre de dominés soit d'autant plus élevé que la concurrence naturelle est plus faible. En effet, passant par un maximum dans les toutes premières années (fig. 5), ce nombre diminue rapidement jusqu'aux environs de la 10^{me} année puis la sélection naturelle s'atténuant, il en vient vers la 30^{me} année à dépasser le nombre de dominés. D'ailleurs, à partir de la 20^{me} année, on ne considère plus que le dominant. A ce moment, la plupart des jeunes chênes qui passent dans le sous-étage périssent après quelques années.

B. LA LUMIERE ET SES EFFETS.

a) *Influence respective de la réserve et de la végétation basse.*

1) *Le couvert de la réserve.*

Les jeunes semis végétant sous le couvert de la réserve accusent dès la seconde année un retard de croissance : Est-ce l'ombre des cimes ou la concurrence des racines qui en est la cause ?

FRICKE (9) a isolé des semis végétant sous le couvert de la réserve, par un fossé profond qui sectionnait toutes les vieilles racines. L'année suivante, les semis reprenaient une certaine vigueur. Il existe donc une concurrence évidente de la part des racines : nous en reparlerons plus loin.

CIESLAR et MACYAR (10) ont étudié des semis de chêne sous différents couverts : la croissance est maximum en pleine lumière.

FABRICIUS (11) a synthétisé les recherches en dissociant l'influence respective des racines et du couvert sur des semis de quelques années. En éliminant l'action des vieilles racines les jeunes semis doublent et triplent leur poids.

Les semis de chêne souffrent donc beaucoup plus du manque de lumière que de la concurrence des racines.

Sous le couvert du vieux peuplement, les semis ont une forme trapue et rabougrie et les branches latérales sont très développées.

Ces plantules assimilent grâce à la lumière diffuse dont le rôle est important dans les chênaies pures. C'est pour cette raison que les bourgeons latéraux ont tendance à se développer.

La dominance du hêtre au Bois d'Udange atténue fortement l'intensité de ces radiations et les semis ne tardent pas à périr dès la deuxième année.

2) *L'ombrage du taillis.*

Au Fraîche-Bois, l'exubérance du taillis de charme est le principal handicap à la régénération naturelle du chêne. Les jeunes semis ne tarderaient pas à être étouffés si on n'y pratiquait tous les ans des dégagements et des recépages.

Les données photométriques suivantes, sous la réserve de chêne pédonculé, avant et après l'exploitation du taillis sont suffisamment éloquentes pour justifier sa nuisance primordiale.

Aspect du peuplement	Eclairement relatif (E. R. en %) (*)	
	Sous le taillis sur pied	Après exploitation
a) <i>Sous coudrier.</i>		
Réserve faible }	2,0	45.
Taillis très fort (7 à 8 m) }		
Réserve normale }	0,4	6.
Taillis normal (5 m) }		
idem.	1,0	6.
b) <i>Sous charme.</i>		
Réserve presque normale }	0,45	11.
Taillis assez fort (6 m) }		
Réserve normale }	0,10	6.
Taillis normal (4 à 5 m) }		
idem	0,20	6.
c) <i>Sous charme avec ronces (2 ans).</i>		
Réserve normale }	0,20	6.
Taillis normal }		

(*) Eclairement relatif = Rapport entre l'éclairement reçu en un point déterminé et le plein découvert.

Les plantules ne peuvent recevoir de la lumière que par le haut, toute la lumière latérale étant arrêtée par la densité du taillis environnant. Les bourgeons latéraux restent par conséquent inactifs tandis que le bourgeon terminal favorisé par l'éclairement vertical poursuit l'élongation démesurée de la tige, celle-ci demeurant très grêle. Les organes foliaires sont réduits au minimum : il en est de même de l'assimilation chlorophyllienne. La plupart des produits élaborés sont utilisés à l'extrémité de la tige aux dépens du système racinaire. Au Fraîche-Bois, des semis de 5 ans accusent une longueur moyenne des racines de 0,75 m à découvert et de 0,35 m dans le taillis de charme.

Au Bois de Fouches, la fougère aigle qui envahit des coupes entières, maintient les semis sous un couvert épais où l'éclairement relatif s'abaisse à des taux de 1 à 2 %.

b) *Lumière et enracinement.*

Une intensité lumineuse croissante favorisant l'assimilation chlorophyllienne, exerce une action indirecte sur l'élongation du système racinaire, mais dans une moindre mesure que celle de la tige.

Le rapport T/R (hauteur totale de la tige sur longueur totale de la racine principale) tend à augmenter avec l'afflux de lumière.

Sur les sables Virtoniens de Fouches, où le bilan d'eau est souvent déficitaire et la concurrence des racines très forte, le recrû de chêne, dans des conditions de faible éclairement, est incapable de pourvoir à ses besoins en eau et finit par périr.

c) *Relation entre la lumière et les dimensions foliaires.*

Sans rien vouloir affirmer, nous constatons dans plusieurs cônes de régénération qu'il semble exister une relation entre les dimensions des feuilles et la répartition de la lumière. La lumière du matin est la plus

STATIONS	Age des semis	Hauteur totale en m	Eclairement relatif en % 18-08-51		Dimensions moy. des feuilles en cm	
			à 9 h	à 14 h	Long.	Larg.
<i>Udange</i> (chêne rouvre)	10 ans	2.00	9	84	11	5
id.	id.	3.00	7	5	11	6
id.	id.	4.60	13	10	15	8
<i>Fouches</i> (Ch. rouvre)	20 ans	3.00	2,5	4	11	6
id.	id.	5.00	50	5	12	6
<i>Hachy</i> (Ch. pédonculé)	10 ans	2.40	—	83	11	5
id.	id.	3.30	—	90	12	7

favorable à l'accroissement foliaire et au métabolisme chlorophyllien. Par contre, l'éclairement intense en plein midi et sur des sols exposés à la dessiccation, provoque l'effet contraire.

Les mensurations reprises dans le tableau ci-dessus ont été faites en automne 1950, sur des lots de 500 feuilles prélevées sur une dizaine de plants de chaque catégorie.

C. ETUDE DU MILIEU.

a) *Bilan d'eau du sol forestier.*

1°) *La roche-mère géologique.*

La capacité de rétention en eau est à peu près proportionnelle au taux d'éléments fins, comme l'ont montré de nombreux auteurs [ETTER (12), BURGER (13 et 14)].

La perméabilité augmente progressivement lorsqu'on passe des marnes compactes de l'Hettangien à l'argile schistoïde puis aux sables Virtoniens.

Nous constatons d'après le tableau ci-dessous que l'enracinement du semis de chêne est d'autant plus profond et étendu que le sol est plus sec.

Les mensurations ont été faites sur des lots de 50 sujets prélevés dans la partie centrale des trouées de régénération, c'est-à-dire dans des conditions de luminosité optimale et constante, permettant d'éliminer celle-ci en tant que variable indépendante.

Station	Espèce	Age	Nature du sol	Enracinement	
				Diamètre	Profond.
Hachy	Ch. pédonc.	10 ans	Marnes	0.55 m	0.65 m
Udange	Ch. rouvre	12 ans	Argile schistoïde	0.80 m	0.75 m
Fouches	Ch. rouvre	10 ans	Sables	0.80 m	0.90 m

2°) *Concurrence racinaire dans le profil pédologique.*

Pendant la période de végétation, la succion des racines est intense dans les horizons supérieurs — au-dessus de 40 cm en moyenne. Le taux d'humidité y sera par conséquent le plus bas, notamment dans les sables où les variations hydriques sont très sensibles.

Avant la chute des feuilles déjà, l'absorption racinaire diminue progressivement et l'évaporation s'atténuant également avec la température, les réserves d'eau se reconstituent, alimentées plus tard par les pluies et les neiges. Au réveil de la végétation, la provision d'eau est remise à contribution et le coefficient de flétrissement diminue rapidement jusqu'au milieu de l'été malgré des pluies abondantes.

Les hêtres sont les plus dangereux en raison de leur enracinement semi-latéral. Mais les chênes de la réserve, malgré leur appareil racinaire profond prélèvent aussi de grandes masses d'eau dans les horizons superficiels et en privent les jeunes semis installés sous leur couvert.

A Fouches (fig. 6) il nous a été possible de constater sur de nombreux chêneaux les modifications morphologiques suivantes, provoquées par la présence d'une puissante racine d'un chêne ancien :

- 1^e année : Le gland germe et développe un pivot qui se bifurque de part et d'autre de la grosse racine.
- 2^e année : Le point de flétrissement est atteint au contact de la vieille racine et du pivot du semis. La plantule, pour assurer des besoins en eau, développe alors un abondant chevelu superficiel dans l'horizon A₁.
Entretemps, le pivot se dessèche et pourrit au contact de la racine concurrente.
- 3^e année : La pousse terminale de la tige du semis dépérit puis apparaît un ou plusieurs rejets au pied.
- 4^e année : Le vent chasse les feuilles mortes et met le sol à nu. Le réseau dense des racines de la Deschampsie flexueuse assèche l'horizon humeux dans lequel s'étendent les radiceles latérales du semis. La plantule chétive ne tarde pas à périr.

En ce même endroit et pour la même raison, on peut constater plusieurs exemples d'enracinement traçant de jeunes chênes.

Il arrive que des semis vigoureux survivent grâce à un long pivot qui se ramifie abondamment plus bas dans les horizons frais.

Au Fraîche-Bois, l'influence de la réserve est beaucoup moins évidente: par contre, le taillis de charme est un danger permanent.

3°) Régime hydrique du sol dans les principaux types forestiers.

a) Bois de Fouches :

Dans l'ensemble, le régime hydrique y est défavorable puisque le sol est mal alimenté en eau de capillarité.

Quercetum medioeuropaeum : Si avant d'arriver aux réserves d'humidité, les racines rencontrent un horizon cendré A₂ dont le bilan d'eau atteint le point de flétrissement, elles ne peuvent le traverser et la plante périt.

Q. C. Luzuletosum dégradé : Le bilan d'eau du profil jeune et celui d'un paléosol témoignent de la grande profondeur de la nappe phréatique et de l'absence de remontée des eaux capillaires. AALTONEN observe le fait pour des sols sablonneux en Finlande (15 à 17) et WEIS dans des podsols danois (18).

Le système racinaire puissant des semis de chêne est développé latéralement en de longues racines fines et couvertes de radicelles réparties dans un grand volume de terre.

Au printemps la plupart des semis développent un abondant chevelu dans les horizons où l'humidité est alors élevée. Au début de juin, la végétation herbacée, notamment *Deschampsia flexuosa* et *Vaccinium myrtillus*, assèchent l'horizon A₁ ce qui expose les semis à la pénurie d'eau, à laquelle le chêne pédonculé est très sensible. Pour y parer, la plantule allonge son pivot en profondeur. Le chêne rouvre survit en général, mais sa végétation est beaucoup moins vigoureuse.

b) *Bois d'Udange* : Q. C. *Asperuletosum*.

L'argile schistoïde est caractérisée par un régime hydrique alternatif : le sol y est, tantôt noyé en hiver ou lors de précipitations intenses, tantôt desséché, en été ou en période de sécheresse.

Cependant le rouvre s'y régénère d'une façon très satisfaisante et sa productivité est intermédiaire entre des stations de première et seconde classes d'après les tables de SCHWAPPACH.

c) *Fraîche-Bois de Hachy*.

Q. C. *Stachyetosum* : Bon équilibre hydrique à tendance humide, favorable à la régénération du pédonculé.

Le système racinaire des jeunes semis est dense et le pivot est moins long qu'ailleurs. La partie aérienne est très développée. En comparant les tableaux [fig. 5 a) et fig. 6 a)] on remarquera par conséquent que le rapport T/R est plus élevé dans cette station. Disons en passant qu'il augmente également avec l'âge : ici, au canton « Mauvais Passage », il atteint à 160 ans — phase sénile :

$$\frac{T}{R} = \frac{25.00}{1.85 (*)} = 13.5$$

Dans les chênaies allemandes du Spessart, BAKER l'évalue à 16.00 (19).

Q. C. *Filipenduletosum*.

Au lieu-dit « Steinbrück » le versant faiblement incliné porte l'association du Q. C. *Stachyetosum* où le niveau d'eau se trouve à environ 0,70 cm sous la surface du sol. Plus bas, en descendant vers la dépression du ruisseau de « Kooßenbach », nous passons brusquement au Q. C. *Filipenduletosum* : la ligne de démarcation entre les deux associations se confond avec la courbe de niveau où la profondeur de la nappe phréatique atteint 0,40 cm. Elle correspond aussi à la limite de vitalité des semis de chêne. L'excès d'eau devient ici un facteur limitant puis léthal dans la reproduction du pédonculé.

(*) Calculé sur 3 chênes d'élite déracinés par une tornade en 1950.

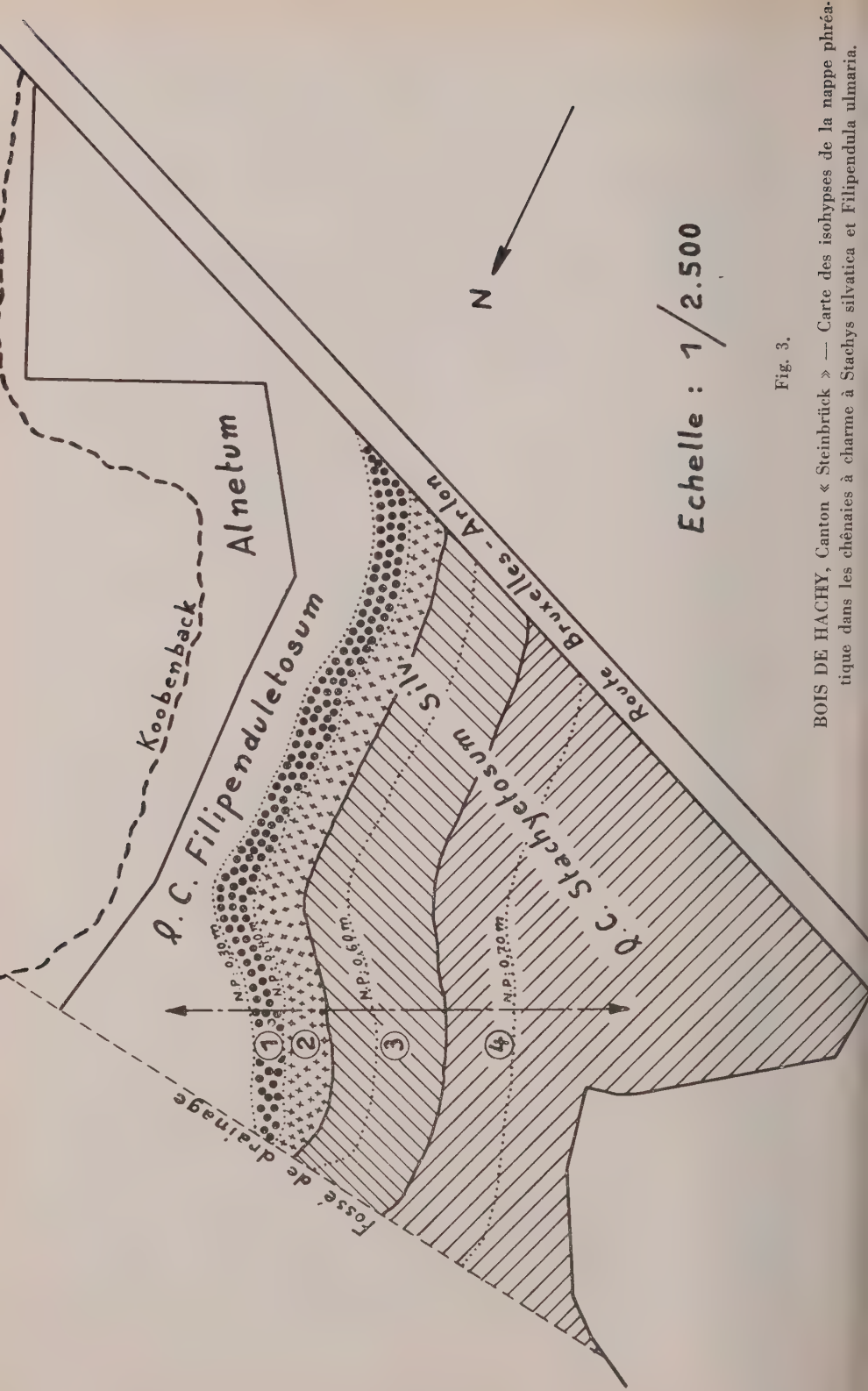


Fig. 3.

BOIS DE HACHY, Canton « Steinbrück » — Carte des isohypses de la nappe phréatique dans les chénaies à charme à *Stachys silvatica* et *Filipendula ulmaria*.

Lors de la glandée de 1946, des semis se sont installés dans cette dernière association : moins de 5 ans après, tous avaient disparu.

Dans la chênaie à charme à *Filipendula*, la levée des glands est encore possible certaines années, mais les semis sont rarement viables.

Là où la remontée du plan d'eau a été progressive, l'enracinement des semis primitivement pivotant, a pu s'adapter et se développer au-dessus du gley.

On constate que l'enracinement des quelques rares chêneaux de cette association est particulièrement traçant (fig. 15).

Le tableau ci-après, se rapportant à la fig. 3, montre au canton de « Steinbrück » la régression progressive de la régénération du pédonculé. Nous avons recoupé normalement les isohypses (*) de la nappe phréatique, du haut vers le bas du versant (fig. 3).

Section	Association	Profondeur nappe phréatique	Dimensions des semis de 5 ans		Nombre/are
			Tige	Racine	
1	Q. C. <i>Filipenduletosum</i>	0,30 - 0,40 m	0,25 m	0,17 m	< 10
2	Q. C. <i>Stachyetosum</i>	0,40	0,35	0,28	4.500
3	»	0,60	0,60	0,49	6.500
4	»	0,70	1,35	0,65	7.000

b) Observations synécologiques sur la régénération naturelle du chêne.

A. BOIS DE FOUCHES.

1) Chênaie médioeuropéenne.

Cette forêt est en équilibre instable à en juger par la rareté des semis et la difficulté de régénération et il est hors de doute que la moindre trouée au voisinage du sommet provoque l'évolution vers la lande. La Molinie est envahissante dans les parties très claires. Selon DUCHAUFOUR, la physionomie chétive du jeune chêne traduit non pas une xérophylie marquée comme plusieurs auteurs l'ont pensé, mais une véritable carence azotée et minérale (20-21-22).

La production d'ammoniaque est à peu près nulle (23). Les horizons A₂ et B sont appauvris en bases échangeables et l'énergie de rétention de celle-ci par les acidoïdes d'humus brut particulièrement forts, inhibe leur absorption par les racines. Dans la chênaie dégradée à *Vaccinium myrtillus* et *Pteris aquilina*, la régénération est quasi nulle.

(*) Isohypse de la nappe phréatique = Lieu des côtes de même profondeur du plan d'eau.

Au canton « Tommeshengenkreutz » un feu courant a incendié le sous-bois et incinéré la couverture morte; cette année, de nombreux semis de chêne garnissent le parterre de la coupe.

2) *Chênaie à charme à Luzula nemorosa (type dégradé).*

L'équilibre de la forêt a été détruit pendant plusieurs siècles. La nutrition en eau et en matières minérales est limitée, mais la régénération naturelle est encore satisfaisante. Si pour une raison ou une autre, la substitution d'un jeune peuplement à un peuplement âgé ne se produit pas assez vite et si le sol reste découvert pendant une longue période, il en résulte une acidification progressive de l'humus superficiel sous l'action des espèces envahissantes, notamment des Ericacées, et un lessivage de la partie superficielle du sol (27).

Les racines de bruyère étant moins profondes que celles des arbres, dessèchent et précipitent les colloïdes en cours de migration, à un niveau plus superficiel (24). La multiplication des espèces sociales, peu exigeantes au point de vue nutrition azotée et minérale, telles *Pteris aquilina*, *Deschampsia flexuosa* et *Vaccinium myrtillus*, exercent à l'égard des semis de chêne, une concurrence active; ce sont des espèces « destructives » de l'association forestière (25). De plus, l'acidité superficielle et la couche d'humus brut mal décomposé qui existe en surface, constituent un obstacle à la germination.

Dans ces conditions, la régénération se fait mal, le remplacement des éléments âgés de la strate arborescente n'est plus assuré normalement, ce qui provoque son éclaircissement progressif.

Dans les parcelles les plus claires et sur l'étendue de la coupe extraordinaire de 1931, c'est le chêne pédonculé qui forme la réserve. Il semble favorisé par rapport au rouvre par la forte insolation et la grande luminosité. GEORGES (26) et DUCHAUFOUR (27) ont déjà observé que le chêne pédonculé tout exigeant en humidité qu'il soit, colonise fréquemment les forêts claires en voie de dégradation en station sèche.

Dans les sols séchards et pauvres en éléments nutritifs, le chêne se régénère mieux en mélange avec le bouleau. WECK (28) a découvert récemment que les racines de bouleau excrètent des saponines, substances bio-actives qui stimulent chez les plantes accompagnatrices, le prélèvement d'éléments nutritifs dans le sol. En 1936, TAMM (29) a déjà montré l'utilité du bouleau dans les pineraies sur sol pauvres du Nord de la Suède. Sous son influence, la régénération des pins s'effectue de façon satisfaisante.

Influence des gelées hors saison, autour de la Fange de Landbrouch.

Sur les deux versants descendant de part et d'autre vers la Fange, et à l'intérieur d'une zone d'environ 300 m de large, les semis deviennent de plus en plus rares, prennent une forme rabougrie et périssent avant la 5^e année. Le bilan d'eau du sol n'y est pas en cause. Il s'agit de l'in-

fluence des gelées hors saison dues aux condensations nocturnes au-dessus de la Fange de Landbrouch. Les semis prennent cette forme caractéristique que TCHERMACK (7) appelle « Renkformen » (fig. 14). La pousse et le bourgeon terminal sont régulièrement tués par les gelées et le bourgeon latéral inférieur poursuit la croissance. La vitalité de la plantule diminue avec l'âge et elle finit par périr. Au-delà de cette limite, les semis sont en général, nombreux et bien venants. L'importance des dégâts des gelées sur les semis de chêne pédonculé de la glandée de 1950 s'établissait comme suit au mois de mars 1951 :

Versant S-E — Canton « Musselbour ».

à 10 m de la Fange :	80 %	de semis tués.
à 50 m »	40 %	»
à 300 m »	5 %	»

Dans le canton Pertsfeld, il existe en bordure de la Fange de Landbrouch, une double ceinture d'épicéas d'une hauteur approximative de 25 m (40 ans).

Ceux-ci protègent efficacement contre les gelées tardives le recrû de chêne qui, à cet endroit uniquement, est encore bien vigoureux à moins de 50 m des tourbières. Il va sans dire qu'un tel rideau de protection est à envisager sur tout le pourtour de la Fange, d'autant plus que l'épicéa y est très productif.

B. FRAICHE-BOIS.

1) *Chênaie à Stachys Silvatica.*

Au point de vue de la végétation des semis, les conditions de nutrition sont à leur optimum : la nutrition azotée est aisée par suite de la minéralisation rapide de l'humus qui donne naissance à des quantités suffisantes d'ammoniaque. La nutrition minérale s'effectue par échange entre les radicelles et le complexe absorbant, d'autant plus facilement que les cations sont retenus peu énergiquement par les acidoïdes d'humus doux (27).

L'examen de l'enracinement des semis confirme les bonnes conditions de la nutrition : les racines sont denses dans tout l'horizon A₂ ; elle pénètrent également dans l'horizon B. Les éléments de l'association constituent à l'égard de la régénération un indice précieux indiquant le maximum de stabilité.

2) *Chênaie à charme à Filipendula Ulmaria.*

La vitalité des semis reste bonne tant que le plan d'eau est maintenu à une profondeur suffisante par la succion des racines. Or, au canton Steinbrück, il a été procédé en 1946, à l'exploitation du taillis et à des coupes de régénération assez fortes. Une conséquence grave dans le bas de la parcelle a été la remontée du plan d'eau. Le niveau supérieur de l'horizon

gley se surélève à son tour progressivement car il accompagne le déplacement du plan d'eau : les sels ferreux qui prennent naissance, étant solubles, migrent vers le haut et précipitent par oxydation immédiatement au-dessus du gley où l'on observe des taches rouille caractéristiques.

Il se produit d'autre part, un tassement des couches superficielles du sol dû à la diminution de l'activité des fousseurs, ce qui accentue encore le phénomène (13).

En ce qui concerne les modifications de la végétation, on observe d'abord la disparition des espèces nitrophiles et d'humus doux qui avaient pu s'installer sur le parterre de la coupe; elles cèdent la place à des espèces hygrophiles et plus exigeantes en lumière, en particulier, *Molinia coerulea*, *Valeriana officinalis*, *Filipendula ulmaria*.

L'apparition de plantes hygrophiles d'une autre association a lieu parallèlement à une évolution régressive de la régénération naturelle du chêne.

CONCLUSION

POSSIBILITES DE MODIFIER LES PROPRIETES BIOLOGIQUES DU SOL POUR PERMETTRE LA REGENERATION NATURELLE (27).

1. Chênaie médioeuropéenne (Bois de FOUCHES).

Comme le suggère DUCHAUFOUR pour la chênaie atlantique française, le forestier peut agir efficacement sur les horizons humifères superficiels qui constituent le principal obstacle à la germination. C'est ainsi que des régénérations ont pu être obtenues sur sols fortement podsoliques ou sur podsol naissant, par écroûtage de la couche d'humus brut (30) ou par incinération de la lande et de l'horizon A₀ accompagné de chaulage (31).

Mais une fois les semis installés de cette façon, ils ne tardent pas à subir une crise grave lorsque leurs racines atteignent l'horizon cendré A₂ qui n'est pas capable de leur assurer une nutrition suffisante. Pour cela, il faut d'après DUCHAUFOUR, provoquer artificiellement le phénomène qui se produit dans certains cas naturellement pour les sols podsoliques, à savoir le brassage et le mélange intime des horizons illuviaux et éluviaux : ce qui ne peut être obtenu que par un défonçage profond, ramenant en surface les éléments de l'horizon B, un chaulage parfait pratiqué simultanément s'avérant comme très favorable.

La valeur de cette méthode, actuellement à l'essai dans les landes françaises est confirmé d'abord par les études de laboratoire récentes de MATTSON et KOUTLER-ANDERSON (32), qui ont démontré que le mélange des horizons A et B opposait au phénomène de lessivage une résistance plus élevée que l'horizon A seul, grâce à l'apport par l'horizon B d'éléments absorbants et de basoïdes. De plus comme le signalent BOUDRU (33), WEISS (34) et WASKMAN (35), l'horizon B des sols podsoliques constitue une réserve en matière humique dont le rapport C/N est plus faible que pour les horizons humifères superficiels.

En surface, en milieu aéré, et à plus forte raison en présence de chaux cet humus peut se décomposer rapidement. Les expériences tentées au Danemark ont donné des résultats très satisfaisants.

2. Chênaie à charme à *Filipendula Ulmaria*. (FRAICHE-BOIS).

Le sol compact et non drainé donne à cette partie de la forêt un caractère d'équilibre instable. Au point de vue chimique, ces sols seraient favorables à la croissance des arbres comme en témoignent les beaux sujets qui subsistent encore, mais leurs propriétés physiques sont défectueuses, arbres et principalement les semis souffrent en période humide d'une aération insuffisante causée par la saturation en eau des horizons inférieurs (27).

Il suffit par conséquent d'abaisser le plan d'eau et d'étouffer la végétation hygrophile pour que les semis se réinstallent. Pour cela, il est nécessaire de créer un réseau de drainage, qui devra être soigneusement entretenu, et d'établir des plantations d'essences particulièrement résistantes à l'asphyxie des racines, ce qui aura la double conséquence, d'une part, d'abaisser le niveau de l'eau par succion des racines, d'autre part, de faire disparaître la Molinie et d'autres plantes héliophiles par le couvert ainsi créé. Une fois ces conditions réalisées, la régénération du chêne serait possible.

III. — TECHNIQUE DE LA REGENERATION DU CHENE

1°. Etendue de la trouée de régénération.

D'après A. POSKIN, on commence la régénération dans les groupes de surface relativement faible, puis on étend successivement les taches de semis en y adjoignant une ou plusieurs couronnes périphériques (36).

Les jeunes semis de 1 an ont de grandes réserves cotylédonnaires et pendant un certain temps, leur vie est saprophytique. La synthèse chlorophyllienne peut donc voisiner et même être inférieure au point de compensation et la plante continue son développement (37).

Des observations faites dans nos 3 stations, il ressort que ces réserves sont épuisées après la première année. Il faut donc dès la deuxième année, éclairer progressivement le noyau de régénération. Les exigences en lumière augmentent rapidement avec l'âge, et la trouée doit être élargie en conséquence.

Quand à son étendue, il faut faire la distinction entre le pédonculé et le rouvre, et tenir compte de la présence éventuelle du hêtre dans la réserve. Au Fraîche-Bois, le *chêne pédonculé* demanderait la mise en lumière totale d'un groupe assez étendu après 5 ans et au plus tard avant la 10^e année. Un recrû de 10 ans d'une végétation exceptionnelle existe au canton « Kalisteit » dans plusieurs trouées de 12 à 15 ares, soit d'environ 40 m de diamètre. Les chênes de la réserve environnante ont 25 m de hauteur moyenne et leur fût est élagué sur 10 m.

Par conséquent, les groupes primitifs devraient avoir pour le pédonculé une surface telle que le diamètre soit égal au moins à 1,5 fois la hauteur totale des arbres voisins.

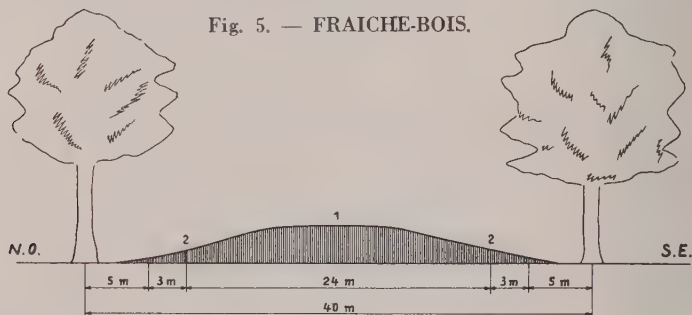
A Fouches, où le *rouvre* domine, la surface des taches primitives est plus faible et varie entre 4 et 5 ares. La coupe définitive au-dessus des semis pourrait être retardée jusqu'à la 10^e année.

A Udange, il faudrait pour arrêter l'envahissement du hêtre, prévoir pour le *rouvre* des groupes primitifs, d'une étendue approximative de 20 ares, soit de 50 m de diamètre. La régénération semble impossible sous un chêne isolé entouré de hêtres dont la hauteur varie entre 25 et 30 m.

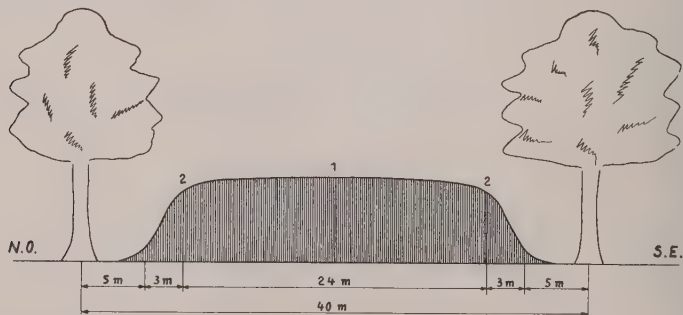
2°. Orientation de la trouée.

A — En l'absence du hêtre : Fraîche-Bois de Hachy.

Le couvert assez clair de la chênaie pure (*) permet une répartition uniforme de la lumière diffuse. Les cônes de régénération y sont symétriques et ne révèlent aucune influence de l'orientation eu égard à l'éclairement (fig. 5).



TROUEE N^o I : Semis naturels de chêne pédonculé âgés de 5 ans.
ORIENTATION : N.O.-S.E.



TROUEE N^o II : Semis de 10 ans.
ORIENTATION : N.O.-S.E.

(*) Il en serait de même pour la chênaie comprenant d'autres essences de lumière (Bouleau ou frêne par ex.).

B — En présence du hêtre :

L'influence de l'orientation est manifeste. Dans une trouée entourée totalement ou partiellement de hêtres (*), les hauteurs des semis suivent dès la 4^e année et dans la direction SE-NO, une courbe dissymétrique dont le sommet est déporté vers la lisière NO. Ce facteur n'est pas suffisamment pris en considération.

A. BOIS DE FOUCHES.

Exemple : Semis de 10 ans (fig. 6). Cône de régénération à base elliptique dont le grand axe est orienté O-E.

Les hêtres environnants ont une hauteur moyenne de 22 à 25 m et sont bas-branchus. Leur feuillage forme écran à la lumière latérale. Les semis de chêne ne peuvent en général recevoir la lumière directe que par le haut et à partir du moment où le soleil est visible au-dessus de la trouée, soit vers 10 heures du matin en été.

Des dosages d'amidon dans les feuilles montrent que la synthèse chlorophyllienne est active dans la matinée. L'après-midi, elle cesse, et d'autant plus tôt que la température est élevée et la dessiccation de l'atmosphère et du sol plus prononcée. Les stomates se ferment dès que la succion des racines ne compense plus l'évaporation. Au mois d'août 1950, nous avons enregistré plusieurs fois, au moyen du réactif de MERGET (**) la fermeture des stomates dès les premières heures de l'après-midi. Ce phénomène est surtout accentué dans cette forêt sur sable où le bilan d'eau est généralement le facteur limitant. C'est pour mettre en relief le rôle de la lumière matinale que nous avons délimité les semis dont les dimensions sont les plus grandes (zone doublement hachurée sur les figures 6, 7, et 8).

FRAICHE-BOIS.

a) Données numériques se rapportant à la fig. 5.

Sections	Trouée n° I		Trouée n° II	
	1	2	1	2
Hauteur moyenne de la tige des Dominants (T)	1.35	0.65	3.30	2.40
Longueur moyenne de la racine des Dominants (R)	0.60	0.40	0.65	0.50
Rapport T/R	2.2	1.6	5.0	4.9
Diamètre de l'enracinement	0.35	0.20	0.55	0.50
Nombre total à l'are.	7.000	6.000	1.800	1.600
Nombre de Dominants	4.500	5.000	600	600
Nombre de Dominés	2.500	1.000	1.200	1.000

Remarque : Par suite du manque de soins culturaux, les dimensions des semis de la trouée n° 1 sont sensiblement inférieures à celles observées ailleurs en forêt.

(*) Les essences à couvert dense et bas pourraient agir dans le même sens que le hêtre (tilleul, charme, par ex.).

(**) Mélange de chlorure de Palladium, de protochlorure de Fer et d'acide tartrique.

b) MESURES DE RADIATIONS (*) DANS LA TROUÉE DE REGENERATION N° I (Fig. 5).

Date : 5 août 1951 de 13 à 15 h.

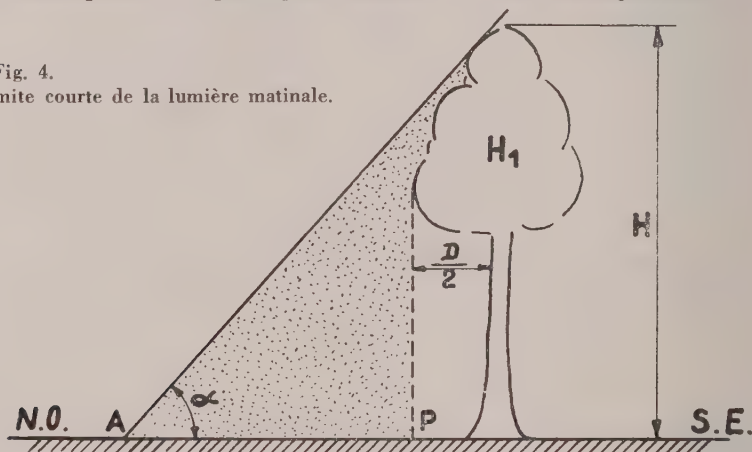
Données météorologiques : ciel serein — vents faibles de direction SE.

Radiations en plein découvert (Prairie) : absolue : 60.000 Lux (**)
 relative : 100 %.

Orientation des lisières	Centre	Nord	Est	Sud	Ouest
T° en °C	26°0	25°8	26°5	25°8	24°0
Radiation absolue (L) . .	55.000	50.000	60.000	50.000	4.000
Radiation relative . . .	90 %	83 %	100 %	83 %	7 %

La limite courte de l'efficacité de la lumière matinale est représentée sur le schéma (fig. 4 et 6) par la distance AP, qui sur le terrain oscille approximativement entre 6 et 8 m. Il est possible de vérifier mathématiquement cette distance limite connaissant l'angle d'incidence α des rayons solaires vers 10-11 h du matin et la hauteur des arbres-écrans. La projection orthogonale sur le sol du cône d'ombre délimite une frange marginale qui correspond à ce qu'on peut appeler la « zone en angle mort ».

Fig. 4.
Limite courte de la lumière matinale.



Nous connaissons : $\alpha = 60^\circ$

$H = 25 \text{ m}$

$D/2 = 5 \text{ m}$

par conséquent, $AP = H \cot \alpha - D/2$

$$= \left(25 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \right) - 5 = \left(25 \times \frac{1.7}{3} \right) - 5 = 7.50 \text{ m}$$

(*) Les mesures de lumière instantanées ont été exécutées avec le Luxmètre de LANG à cellule photoélectrique. Les variations du courant électrique agissant sur un microampèremètre donnent des indications sur l'intensité de la lumière.

(**) Lux : éclairément produit par une source lumineuse d'une bougie internationale sur un écran placé à 1 mètre.

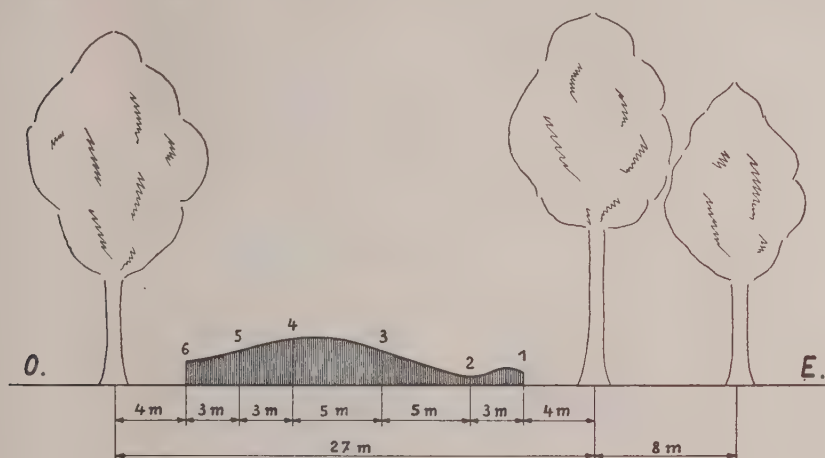
Fig. 6. — BOIS DE FOUCHES.

TROUÉE N° III : Semis naturels de chêne rouvre âgés de 10 ans.

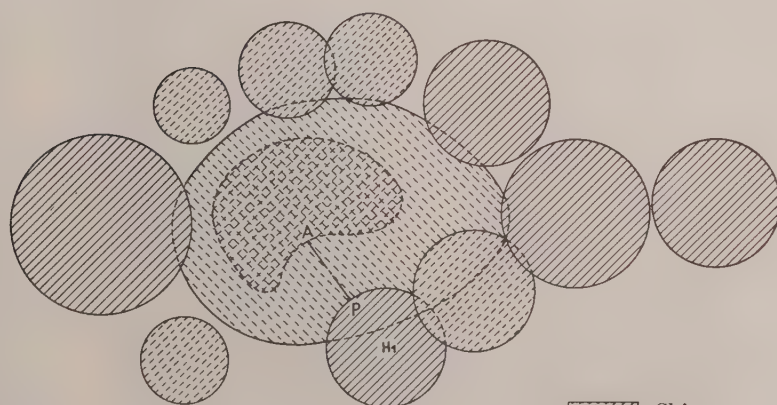
ORIENTATION : Cône de régénération à base elliptique dont le grand axe est orienté

ECHELLE : 1/400.

O.E.



Vue en plan



-  Chêne
-  Semis de chêne
-  Hêtre
-  Semis de chêne à croissance maximum

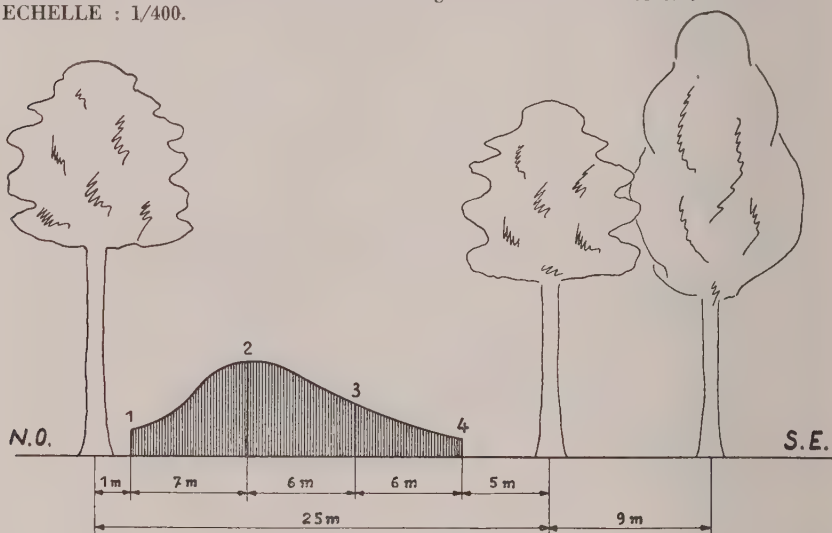
Remarque : en (2), abondante ramification d'une grosse racine de chêne exerce une forte concurrence sur les semis.

Fig. 7. — BOIS DE FOUCHES.

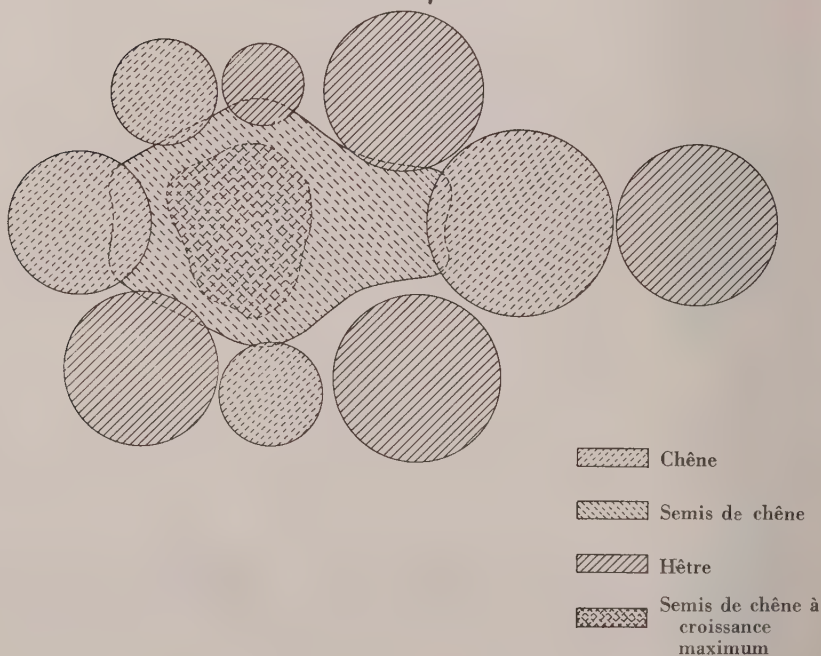
TROUEE N° IV : Semis naturels de chêne rouvre âgés de 20 ans.

ORIENTATION : Grand axe du cône de régénération orienté N.O.-S.E.

ECHELLE : 1/400.



Vue en plan



b) MESURES DES RADIATIONS DANS LA TROUEE DE REGENERATION N° III
(Fig. 6).

Date : 16 août 1951.

Données météorologiques : ciel serain — Alcocumulus à la fin de la matinée, s'étendant progressivement vers le N — Vents modérés de direction S — Brume et brouillard la nuit.

Orientation des lisières	Centre		N.E		S.E		S.O		N.O		Plein découvert (Prairie)	
	10 h	14 h	10 h	14 h	10 h	14 h	10 h	14 h	10 h	14 h	10 h	14 h
T° en °C	15°9	19°0	16°0	21°0	15°1	18°5	15°2	18°2	16°5	19°0	18°0	22°0
Radiation absolue (L) .	15.000	45.000	10.000	50.000	15.000	5.000	5.000	4.000	20.000	25.000	40.000	55.000
Radiation relative (en %).	38	82	25	91	3.8	9	12	7	50	45	100	100

T° en °C	15°9	18°0	15°0	18°9	15°5	18°1	15°7	18°0	15°9	18°2	16°0	22°0
Radiation absolue (L) .	20.000	3.000	1.000	30.000	1.000	2.000	7.000	2.200	30.000	4.000	40.000	55.000
Radiation relative (en %).	50	5	2.5	55	2.5	4	17	4	75	7	100	100

b) MESURES DE RADIATIONS DAN LA TROUEE DE REGENERATION N° IV
(Fig. 7).

Date : 16 août 1951.

Données météorologiques : idem que pour la trouée n° III.

BOIS DE FOUCHES.

a) Données numériques se rapportant à la fig. 6.

Sections	1	2	3	(4)	5	6
Hauteur moyenne des tiges des Dominants (T) . .	1.00	0.75	2.00	3.00	2.00	1.40
Longueur moyenne de la racine des Dominants (R). .	0.65	0.25	0.70	0.90	0.60	0.60
Rapport T/R	1.5	3	3	3	3	2
Diamètre de l'enracinement .	0.50	0.30	0.60	0.80	0.60	0.50
Nombre total à l'are . .	1.800	2.400	2.200	1.600	1.200	400
Nombre de Dominants . .	300	100	100	200	200	100
Nombre de Dominés . .	1.500	2.300	2.100	1.500	1.100	300

BOIS DE FOUCHES.

a) Données numériques se rapportant à la fig. 7.

Sections	1	(2)	3	4
Hauteur moyenne de la tige des Dominants (T), en m	1.40	5.00	3.00	1.00
Longueur moyenne de la racine des Dominants (R)	0.60	0.70	0.90	0.60
Rapport T/R	2	7	3	1.5
Diamètre de l'enracinement	0.60	0.90	0.70	
Nombre total à l'are	2.700	800	900	1.500
Nombre de Dominants	400	200	400	400
Nombre de Dominés	2.300	600	500	1.100

2) Bois d'Udange.

Ex. : Semis de 12 ans (fig. 8) grand axe de l'ellipse orienté NO-SE.

Nous sommes sur un versant incliné au midi. Le sommet de la courbe des hauteurs est reporté légèrement vers la lisière Sud. Les semis des sections 1 et 2 sont plus vigoureux que ceux des sections 4 et 6. En voici les raisons apparentes :

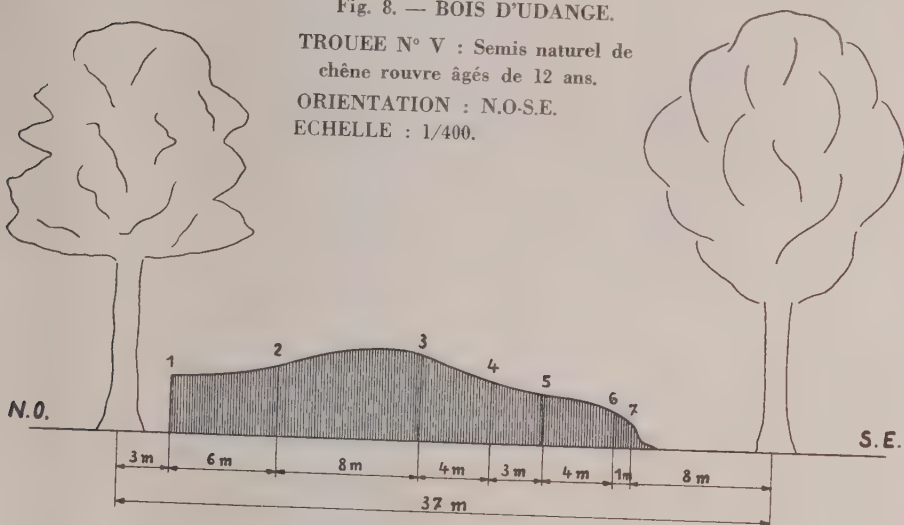
1) Les semis des sections NO, 1 et 2 reçoivent dès les premières heures du matin et pendant les heures de midi, une lumière tamisée par le feuillage léger des anciens qui les entourent. Le couvert de ceux-ci est élevé à 15 m du sol et le sol y garde une fraîcheur constante. Les semis approchent à moins de 2 m du pied de la réserve.

Fig. 8. — BOIS D'UDANCE.

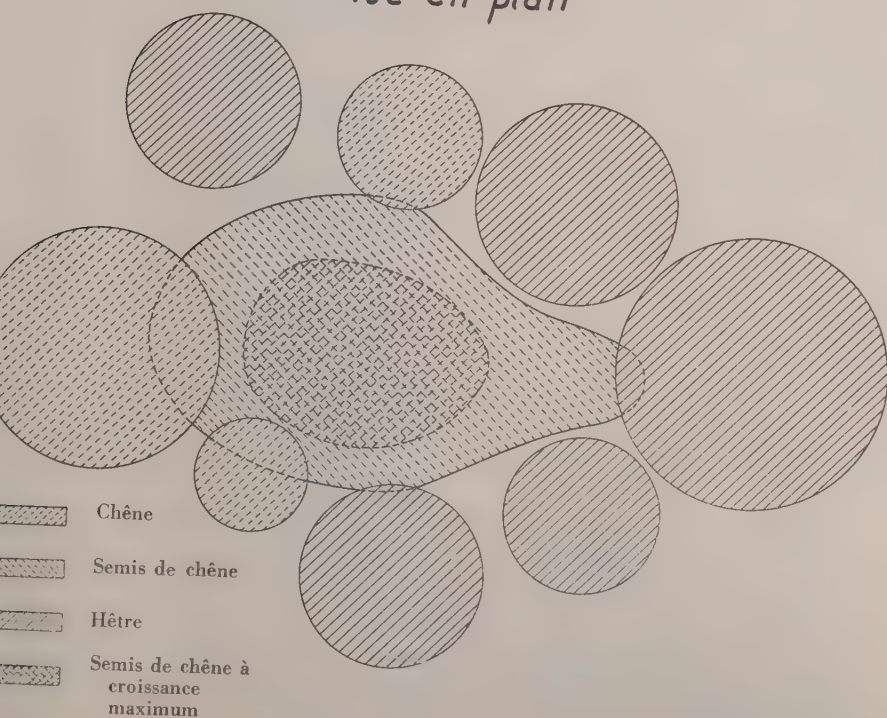
TROUÉE N° V : Semis naturel de
chêne rouvre âgés de 12 ans.

ORIENTATION : N.O.S.E.

ECHELLE : 1/400.



Vue en plan



BOIS D'UDANGE. a) Données numériques se rapportant à la fig. 8.

Sections	1	2	(3)	4	5	6	7
Hauteur moyenne de la tige des Dominants (T) . .	3.00	3.80	4.60	3.20	2.60	2.00	1.30
Longueur moyenne de la racine des Dominants (R) .	0.60	—	0.80	—	0.75	—	0.60
Rapport T/R	5.00	—	6.0	—	3.5	—	2.0
Diamètre de l'enracinement	0.60	—	0.80	—	0.80	—	0.60
Nombre total à l'are	1.400	1.200	1.000	1.600	1.200	2.100	2.500
Nombre de Dominants	400	500	500	700	600	900	—
Nombre de Dominés	1.000	700	500	900	600	1.200	—

b) MESURES DE LUMINOSITE DANS LA TROUEE DE REGENERATION N^o V (Fig. 8).

Date : 18 Août 1951.

Données météorologiques : Ciel serein, vents faibles à modérés de directions S à S.O.
Apparition d'Altocumulus au début de l'après-midi se dissipant vers le soir.

Orientation des lisières	Centre						Nord						Est					
	9 h	11 h	14 h	16 h	18 h		9 h	11 h	14 h	16 h	18 h		9 h	11 h	14 h	16 h	18 h	
T ^o en °C	17°0	23°0	19°2	19°0	17°8		16°0	21°0	23°	19°9	18°0		17°0	19°0	22°5	21°0	18°0	
Radiat. absolue (L).	6000	72.000	7000	5000	1600		4000	62.000	65.000	3500	1400		2000	8500	60.000	60.000	1800	
Radiation relative (en %)	13	96	10	8	5		9	84	87	6	4.6		5	11	80	100	6	
Orientation des lisières	Sud						Ouest						Plein découvert (Prairie)					
	9 h	11 h	14 h	16 h	18 h		9 h	11 h	14 h	16 h	18 h		9 h	11 h	14 h	16 h	18 h	
T ^o en °C	17°0	19°0	19°7	20°0	18°0		18°0	24°0	19°5	20°0	18°0		19°0	22°0	24°0	23°5	23°0	
Radiat. absolue (L).	3000	10.000	4000	7000	1400		40.000	60.000	4500	2000	1000		45.000	75.000	75.000	60.000	30.000	
Radiation relative (en %)	7	13	5	12	4.6		90	80	6	3	3		100	100	100	100	100	

2) Les semis des sections Sud sont exposés en plein midi et sont complètement entourés de hêtres dont les larges couronnes sont relevées à environ 12 m; la plupart des fûts portent des traces de coup de soleil. Cette exposition semble défavorable en raison du régime hydrique alternatif du sol. En effet, durant l'été, celui-ci est exposé à la dessiccation superficielle et durcit. D'autre part, dans le cas que nous étudions, l'enracinement puissant et traçant des hêtres assèche les horizons superficiels entre 20 et 40 cm de profondeur et l'inclinaison au midi accentue encore le phénomène. Aucun semis n'approche à moins de 6 m d'un pied de hêtre. Par conséquent l'orientation Nord-Sud n'est pas à conseiller et à fortiori sur le versant Sud du Bois de Fouches.

En résumé, il semble qu'il faut :

a) permettre l'accès abondant de la lumière du matin dans le noyau de régénération tout entier, en ouvrant la lisière Sud-Est. Pour y arriver, il faut exploiter dans la mesure du possible, les arbres à couvert épais — les hêtres surtout — dont la couronne est placée dans le champ du faisceau lumineux.

b) réduire au minimum — surtout dans les stations sèches — le trop grand afflux de lumière et de chaleur dans les lisières Nord et Nord-Est. Pour y parer tout en restant dans les conditions de luminosité les plus favorables, on peut adopter, pour la trouée, une base faiblement elliptique dont le grand axe est orienté Nord.Ouest-Sud.Est.

3°) *Intensité des coupes.*

Voyons les conséquences de ces considérations écologiques sur le plan de l'aménagement et de l'exploitation forestière. Dans les quartiers en régénération, les coupes se succéderont à brefs intervalles — 3 ans, pour fixer les idées —. Au cours de coupes secondaires, on enlèvera tous les arbres dont la concurrence est le plus à craindre pour les semis, et on conservera les moins gênants, ceux qui assurent aux jeunes chênes une protection efficace contre la dessiccation en été, et surtout contre les gelées du printemps. D'après GUINEAudeau (38) il faut cependant éviter un éclairciment trop brutal, sinon l'Oïdium et les ronces ne tarderaient pas à manifester leurs dégâts.

Il est difficile sinon impossible de fixer d'avance la possibilité par volume pour chacune des coupes. Au Fraîche-Bois de Hachy et déjà pour les premières interventions dans la réserve, nous constatons toutefois l'importance relative des coupes par rapport au matériel sur pied correspondant à certaines normes données par GUINEAudeau (38) pour la forêt domaniale de MONTARGIS (Loiret-France).

A Hachy, la série de régénération d'une superficie de 52 ha 68 comprenait d'après le tableau de balivage, le nombre de réserves suivantes :

1571	chênes	et	73	hêtres	—	anciens.
897	»	»	134	»	—	modernes.
240	»	»	30	divers	—	baliveaux,

soit un total de 1644 anciens, 1031 modernes et 270 baliveaux. Cela représente un cube d'environ 5000 à 5500 m³ par Ha.

Comme il a été déjà dit précédemment, nous sommes en présence de la « phase sénile » d'un taillis-sous-futaie. Une fructification et un ensèmentement généralisé du chêne pédonculé ont permis en 1946, de régénérer en une fois le canton tout entier. Le mode de traitement appliqué sera par conséquent la conversion du taillis-sous-futaie en une futaie régulière de chêne traitée par la méthode des coupes progressives.

Lors de la coupe d'ensemencement en 1945 au canton « Mauvais Passage », on a enlevé par hectare en moyenne :

11 chênes	cubant	12 m ³
18 hêtres	»	16
41 divers	»	8
70 arbres		36 m ³

On voit donc suivant la formule reprise par GUINEAudeau qu'on enlève à peu près 30 à 40 % du matériel ligneux de l'étage dominant.

La première coupe secondaire exploitée en 1947 au même canton a enlevé par hectare en moyenne :

21 chênes	cubant	24 m ³
4 hêtres	»	2
22 divers	»	5
47 arbres		31 m ³

Elle a enlevé environ la moitié de ce qui restait du matériel. Cette coupe fut suivie d'une seconde en 1950. La délivrance comprenait :

4 chênes	cubant	8 m ³
1 hêtre	»	1
5 arbres		9 m ³

La 3^e coupe secondaire en 1954 enlevait :

4 chênes	cubant	11 m ³
1 hêtre	»	1
5 arbres		12 m ³

Il faut souvent compter 5 à 6 opérations successives pour une même coupe. Elles doivent être nécessairement accompagnées du recépage du taillis de charme qui finirait par étouffer rapidement le recrû de chêne.



Fig. 9.

Fig. 11.

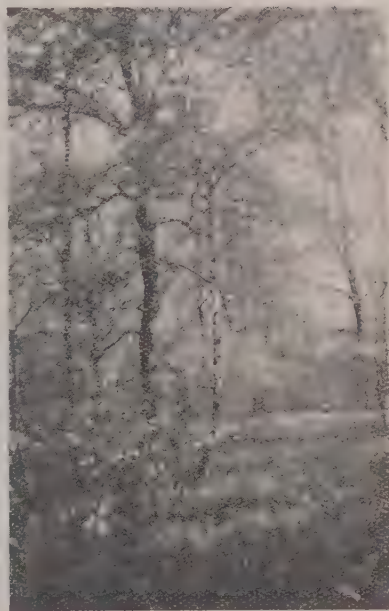
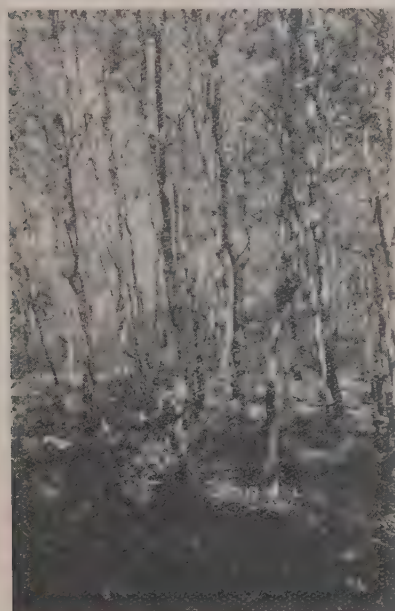


Fig. 10.



Fig. 12.

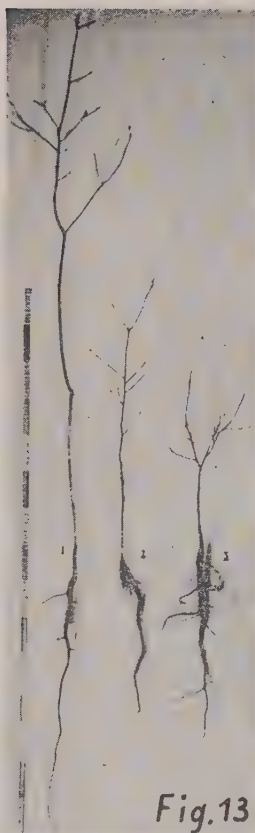


Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

Après le dernier balivage — soit 8 ans après l'ensemencement — il restait sur pied pour l'ensemble de la série en régénération (52 Ha 68) :

550 m ³ chêne
50 m ³ hêtre

600 m³ Soit 11.5 m³ à l'Ha.

Comme il a été dit plus haut, la mise en lumière totale des semis devrait avoir lieu au plus tard avant la 10^e année. Malheureusement, le rythme normal des opérations de conversion dans les forêts communales est souvent influencé par des contingences économiques et budgétaires.

Il appartient alors à l'agent forestier de trouver une solution conciliant à la fois, le point de vue cultural et l'intérêt économique.

LEGENDE

- Fig. 9 — BOIS DE HACHY — Trouée de régénération n° I (5 ans) — Lisière orientée au N.O. (N.O. à gauche sur la photo).
- Fig. 10 — BOIS DE HACHY — Intérieur d'un groupe de jeunes chênes âgés de 30 ans.
- Fig. 11 — BOIS DE FOUCHES — Un aspect de la chênaie à bouleau — Le tapis de bruyère empêche toute régénération.
- Fig. 12 — BOIS D'UDANGE — Cône de régénération n° V (12 ans) — Lisière orientée au Nord — (N. à gauche sur la photo).
- Fig. 13 — Semis de chêne pédonculé extraits de la trouée n° I (fig. 5).
(1) section centrale.
(2) et (3) sections périphériques.
- Fig. 14 — BOIS DE FOUCHES — Semis déformés (« Renkformen ») par les gelées tardives aux abords de la Fange de Landbrouch.
- Fig. 15 — BOIS DE HACHY — Chêneaux de 5 ans du Q. C. *Filipenduletosum* — On peut remarquer (de gauche à droite) l'atrophie d'abord, la disparition ensuite, du pivot avec la remontée progressive du plan d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

1. GALOUX, A. — La Gaume, généralités — Excursion annuelle 1950 — B.S.R.F. Mars 1951.
2. RUBNER, K. — Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. J. Neuman, édit. Neudman 1934.
3. VINCENT, G. — La sylviculture et les essences forestières à croissance rapide (Journal forestier suisse — juillet-août 1949).

4. BURGER, H. — Über die künstliche Begründung von Eichenbeständen. Mitt. der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen — XXIII Band — 2. Heft — Zürich 1944.
5. DENGLER, A. — Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben — und Stieleichen Mitteil. d. Hermann Göring Akademie d. deutschen Forstwissenschaft 1941.
6. GUINIER-OU DIN-SCHAEFFER — Technique forestière, Editions de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts — Nancy 1950.
7. TCHERMACK, L. — Waldan auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage — Verlag Springer, Wien 1950.
8. HENRY, E. — Les sols forestiers. Editions de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy 1908.
9. FRICKE, M. — Versuche auf den Einfluss der Wurzelkonkurrenz. Hann-Münden 1904.
10. MAGYAR, P. — Beschattung oder Wurzelkonkurrenz ? Erdeszeti Lapok 72, 158, 175, 1933.
11. FABRICIUS — Forstliche Versuche. Fw. Cbl 51 — 1929, 478 — 508 — Abb. S. 494 — 498, 502.
12. ETTER, H. — Pflanzensociologische und bodenkundliche Studien an Schweizerischen Laubwäldern. Mitt. der Schw. Anstalt forstl. Versuchswesen XXIII — Zürich 1943.
13. BURGER, H. — Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden Mitt. Schw. Zentralanst. forstl. Versuchswesen 1922.
14. BURGER, H. — Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden; Entwässerungen und Aufforstungen. Mitt. eidgen. Anst. forstl. Versuchswesen T. XX, Heft 1. Zürich 1937.
15. AALTONEN, V. — Zur Stratigraphie des Podsolprofils I. Comm. inst. forest. Fenn. Helsinki 1935.
16. AALTONEN, V. — Über die zeitliche Entwicklung des Podsolprofils. Verhandl. der II. Kommission und der Alkalisubkommission der IBG, Teil A. Helsinki 1938.
17. AALTONEN, V. — Zur Stratigraphie des Podsolprofils II. Comm. inst. forest. Fenn. — Helsinki 1939.
18. WEIS, Fr. Forsatte fysiske og kemiske undersøgelser over danske Hedejorder og andre podsoldannelser II. Copenhagen 1932.
19. BAKER, F. — Theory and Practice of Silviculture. American Forestry Series, New-York 1934.
20. MOTHES — Ernährung, Struktur und Transpiration. Biolog. Zentralbl. 1932.
21. MATTSON, S. et KOUTLER-ANDERSON, E. — The acid-base condition in vegetation — II. Acids, acidoids and bases in relation to soil types. — III. Acidoid formation, litter and humus : I. Acids, acidoids and bases in relation to decomposition. in relation to base status. — IV. The strenght of the acidoids and the relation to nitrogen. — Annals of the agricult. Coll. of Sweden, Vol. 9, 1941.
22. COMBES, R. — La forme des végétaux et le milieu. Armand-Colin 1947.
23. HESSELMAN, H. — Studier over barrskogens humusstäcke dess egenskaper och beroende ov skogsvarden. Meddel. Statens skogförsöksanst. 1926.
24. OUDIN, A. — La pédologie, son objet, ses méthodes, son intérêt agronomique. Bull. Ass. franç. p. l'étude du sol. T. III n^o 4. Déc. 1937.

-
25. BRAUN-BLANQUET, J. — Plant sociology; the studies of plant communities. New-York et Londres 1932.
 26. GEORGES, P. — Essai de classification géographique des associations végétales forestières de l'Ouest entre bocage normand et Touraine. *Revue des Eaux et Forêts* T. 83 Déc. 1945 et T. 84 1946.
 27. DUCHAUFOR, P. — Recherches écologiques sur la chênaie atlantique française. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts* 1948.
 28. WECK, J. — Gestaltung von Bestandesgefüge und Bestandesmischung als Grundlage zum Aufbau eines Dauerhochleistungswaldes. *J.F.S.* Octobre-Novembre 1949.
 29. TAMM, O. — Om ett forsök med Bjorkforyngring i markförbättrande syfte på svag sandmark i södra Sverige. *Svensk. skogsv. Tidskr.* HH. ii, 1936.
 30. HESS, E. — Le sol et la forêt. *Ann. de la Stat. fédér. de rech. forest.* Zürich 1929.
 31. BURGER, H. — Bodenverbesserungsversuche. *Mitt. Schweiz. Zentralanst. Versuchswesen.* T. XXIV Zürich 1946.
 32. MATTSON, S. et KOUTLER-ANDERSON, E. — The electrochemistry of soil formation V. A lysimeter study of podzolic solvation and precipitation. *Annals of the agricult. Coll. of Sweden.* Vol. 10, 1942.
 33. BOUDRU, M. — A propos de certaines propriétés des feuilles et aiguilles mûres de nos arbres forestiers en liaison avec leur pouvoir améliorant. *Bull. Soc. centr. forest. de Belgique*, n°s 34, 1947.
 34. WEIS, Fr. — Fysiske og Kemiske undersøgelser over danske Hedejorder I Det. Kgl. Dansk. Videnskab. biologiske Medd. VII 9 Copenhagen 1929.
 35. WAKSMAN, S.A. — *Humus*. Edit. William and Wilkins, Baltimore 1936.
 36. POSKIN, A. — Le chêne pédonculé et le chêne rouvre. Gembloux 1934.
 37. DINEUR, P. — Données sur l'écologie et la régénération du chêne rouvre. *B.S.R.F.* Février 1951.
 38. GUINAUDEAU, J. — Un exemple de traitement du chêne rouvre dans le centre de la France : la forêt domaniale de Montargis. *Journal Forestier Suisse* — Janvier 1949.
-

Observations météorologiques de l'année 1953 ^(*)

par

G. DEMORTIER

Les relevés de 1953 sont présentés sous forme de tableaux afin de fournir le maximum de renseignements sur le minimum de pages. Dans le but de diminuer le volume de cet article, il n'est fait aucun commentaire et les graphiques ne sont plus établis.

Nous signalons que l'ordre de succession des facteurs météorologiques dans les tableaux des pages suivantes n'est pas logique : ils ont été dressés dans cet ordre pour permettre à l'éditeur d'imprimer les différents tableaux sur deux pages en regard et d'éviter des espaces laissés en blanc.

Les observations météorologiques sont les suivantes :

- 1^{er} tableau : les valeurs extrêmes ou caractéristiques.
- 2^e tableau : a) la radiation solaire — b) l'eau;
- 3^e tableau : la température : a) sous abri — b) sur le sol;
- 4^e tableau : la température dans le sol;

Pour chacun des facteurs examinés sont donnés les totaux :

- par décades,
- par mois,
- par saisons et pour l'année.

Les séries d'observations journalières ont été exécutées aux heures suivantes :

- I : 7 heures (G.M.T.)
- II : 13 heures (G.M.T.)
- III : 18 heures (G.M.T.)

par MM. BAUVIN R. et GLIBERT L., préparateurs-techniciens.

^{*)} Déposé à la rédaction le 3 juin 1954.

1952-1953 Mois et Saisons		RADIATION SOLAIRE						L'EAU									
		Heures d'insolation						Précipitations				Humidité relative					
		Calories gr/cm ² /mi	Heures possi- bles	Gembloux		Uccle		Haut. (mm) obs.	Moy. (mm) norm.	Nomb. de jours	Jours de neige	Evapo- ration PICHE (cm ³)	I	II	III	Moy.	
				Obser.	%	Moy.	%										
1952 Decembre	1-10	478.0	81	15.0	18.5	14	17.3	5.7	—	4	2	gelé	88.8	81.3	86.8	85.6	
	11-20	290.9	79	8.7	11.0	13	16.4	85.9	—	10	6	gelé	91.8	89.1	89.4	90.1	
	21-31	216.7	87	2.7	3.1	15	17.2	35.3	—	9	1	gelé	91.8	89.0	89.7	90.2	
	Mois	985.6	247	26.4	10.9	42	17.0	126.9	80.0	23	9	gelé	90.8	86.5	88.7	88.5	
1953 Janvier	1-10	281.7	81	7.1	8.8	16	19.7	2.7	—	4	3	gelé	88.4	84.3	80.9	84.5	
	11-10	412.8	84	9.3	11.0	17	20.2	8.6	—	5	0	gelé	93.9	87.5	90.7	90.7	
	21-31	315.6	98	7.6	7.8	20	20.4	19.5	—	6	2	gelé	95.0	89.3	90.3	91.2	
	Mois	1010.1	263	24.0	9.2	53	20.2	30.8	64.0	15	5	gelé	92.5	87.1	90.3	89.0	
Fevrier	1-10	574.2	94	12.6	13.2	27	27.7	54.4	—	10	9	gelé	88.6	80.8	84.4	84.6	
	11-20	495.4	100	16.6	16.6	29	29.0	13.3	—	6	3	gelé	93.2	83.3	87.5	88.0	
	21-28	1112.9	85	33.6	39.5	25	29.4	0.7	—	3	0	gelé	92.0	70.0	84.4	82.1	
	Mois	2182.5	279	62.8	22.5	81	29.0	68.4	51.0	19	12	gelé	91.2	78.6	85.5	85.1	
Hiver		4178.2	789	113.2	14.3	176	22.3	226.1	195.0	57	26	gelé	91.5	84.1	84.3	87.5	
	1-10	1894.8	112	52.4	46.8	37	32.7	0.1	—	1	0	gelé	95.6	71.8	80.3	82.6	
	11-20	1967.8	118	48.6	41.2	39	32.9	7.3	—	4	0	gelé	92.7	67.0	78.3	79.3	
	21-31	2561.6	137	53.0	39.4	45	33.2	5.1	—	3	0	gelé	87.2	54.9	74.4	72.1	
Mars	1-10	6414.2	366	154.0	42.1	121	33.0	12.5	55.0	8	0	gelé	91.7	64.2	77.5	77.8	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-30	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Avril	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-30	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mai	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Printemps	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Semestre	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73.7	
	1-10	2053.8	131	35.0	26.7	51	38.9	21.7	—	7	0	27.6	85.2	71.4	78.0	78.2	
	11-20	3188.8	137	55.5	40.5	53	39.0	7.3	—	4	1	37.6	86.4	61.4	70.2	72.6	
	21-31	3643.1	144	82.0	56.8	56	39.2	11.8	—	3	0	37.5	84.2	56.5	70.4	70.6	
Mois	1-10	8885.7	412	172.5	41.3	161	39.0	40.8	61.0	14	1	102.7	85.3	63.1	72.9	73	

Juin	1-10	3341.2	162	51.9	32.0	66	40.7	17.4	—	5	0	27.2	91.7	69.9	76.6	79.4
	11-20	3545.2	164	63.9	39.0	66	40.2	25.9	—	5	0	30.3	84.5	59.8	73.0	72.4
	21-30	3382.4	165	52.9	32.0	68	41.2	23.4	—	6	0	27.0	89.2	74.8	82.0	82.0
	Mois	10268.8	491	168.7	34.3	200	40.7	66.7	67.0	16	0	84.5	88.5	68.2	77.2	77.9
Juillet	1-10	3059.2	162	54.5	33.6	67	44.8	36.3	—	5	0	29.8	91.5	71.4	79.2	80.7
	11-20	3156.6	160	55.2	34.5	67	41.5	34.5	—	6	0	33.1	82.4	63.0	70.9	72.1
	21-31	4237.2	171	77.3	45.2	71	41.5	28.9	—	6	0	51.5	82.8	62.7	68.2	71.2
	Mois	10453.0	493	187.0	37.8	205	41.4	99.7	81.0	17	0	114.4	85.5	65.6	75.1	74.6
Août	1-10	4414.5	151	99.9	66.1	68	45.0	3.3	—	2	0	30.2	87.0	51.5	69.8	69.4
	11-20	3713.0	145	88.0	60.9	65	44.8	45.7	—	3	0	41.2	81.9	55.6	66.3	67.9
	21-31	2649.4	153	71.2	46.5	68	44.4	20.4	—	6	0	35.7	88.6	65.4	74.4	75.9
	Mois	10776.9	449	259.1	57.8	201	44.7	69.4	77.0	11	0	107.1	86.6	63.9	75.0	74.6
Été		31498.7	1433	614.8	42.9	606	42.2	235.8	225.0	44	0	306.0	85.9	57.8	72.7	71.2
Sept.	1-10	3437.3	131	84.4	64.4	56	42.7	4.0	—	3	0	38.6	86.4	53.2	74.6	71.4
	11-20	2583.6	126	55.8	44.3	54	42.8	24.8	—	5	0	27.5	90.4	61.0	79.9	77.1
	21-30	2040.1	121	50.8	42.0	52	42.9	12.6	—	7	0	31.8	89.4	65.9	80.9	78.7
	Mois	8061.0	378	191.0	50.5	162	42.8	41.4	66.0	15	0	97.9	88.7	60.0	78.4	75.7
Octobre	1-10	1790.2	114	44.4	38.9	38	43.8	3.3	—	2	0	11.9	94.8	66.7	86.4	82.6
	11-20	1112.8	107	24.1	22.5	36	33.6	0.7	—	1	0	15.0	93.8	75.8	87.6	85.7
	21-31	1116.4	111	32.5	29.3	39	33.7	5.6	—	6	0	20.6	96.0	75.0	83.9	85.0
	Mois	4019.4	332	101.1	30.4	113	33.6	9.6	78.0	9	0	47.5	94.9	72.6	85.9	84.5
Nov.	1-10	727.9	95	31.1	32.7	21	23.1	16.2	—	7	0	18.5	91.7	77.2	88.2	85.7
	11-20	631.2	89	16.5	18.5	20	23.6	1.0	—	2	0	10.4	93.0	81.6	88.5	87.7
	21-30	484.8	85	21.6	25.4	19	23.5	1.2	—	1	0	17.4	89.5	78.9	86.3	84.9
	Mois	1843.9	269	69.2	25.6	62	23.4	18.4	73.0	10	0	46.3	91.4	79.2	87.7	86.1
Automne		13924.3	979	361.2	35.5	337	34.5	69.4	217.0	34	0	191.7	91.7	70.6	84.0	82.1
Semestre		45423.0	2412	976.0	39.2	943	38.3	30.5	442.0	78	0	497.7	88.8	64.2	78.3	76.6
Année		75881.6	4457	1646.9	34.1	1618	36.3	632.7	816.0	125	27	incom.	88.9	70.2	79.2	79.5

LA TEMPERATURE

LA TEMPERATURE																
Mois et Saisons		Sous-abri					Sur le sol									
		Maxima = M		Minima = m			M — — M	T°C. à l'heure GMT			nu			gazonné		
		Obs.	Moy. norm.	Obs.	Moy. norm.	M		m	Moy. norm.	M	m	M	m	M	m	M—m
1952 Décembre	1-10	2.0	—	—3.1	—	—0.6	5.1	—1.8	0.7	—1.2	2.7	—3.5	6.2	2.2	—4.7	6.9
	11-20	4.0	—	—1.8	—	1.1	5.8	1.6	2.7	2.0	2.1	—2.1	4.2	4.3	—2.3	6.6
	21-31	6.4	—	—1.4	—	3.9	5.0	3.2	3.7	2.9	5.2	—0.5	5.7	7.6	—0.1	7.7
	Mois	4.2	5.8	—1.0	0.4	2.2	5.2	1.1	2.4	1.3	3.4	—1.9	5.3	4.8	—2.4	7.2
1953 Janvier	1-10	—0.1	—	—4.1	—	—2.1	4.0	—2.2	—1.1	—1.4	0.0	—4.9	4.9	1.1	—5.0	6.1
	11-20	1.9	—	—3.2	—	—0.6	5.1	—1.6	0.9	—0.2	0.5	—4.1	4.6	2.7	—4.6	7.3
	21-31	5.0	—	—1.1	—	3.0	3.9	2.7	4.2	3.4	3.2	—0.1	3.3	6.9	—0.9	7.8
	Mois	2.4	5.1	—2.0	—0.3	0.2	4.4	—0.3	1.4	0.7	1.3	—2.9	4.2	3.7	—3.4	7.1
Février	1-10	2.8	—	—3.6	—	0.4	6.4	—1.1	1.4	—0.3	3.2	—2.6	5.8	4.4	—3.4	7.8
	11-20	2.3	—	—2.2	—	0.0	4.5	—0.6	1.7	0.8	2.7	—1.8	4.5	5.2	—2.7	7.9
	21-28	10.3	—	—1.6	—	5.9	8.7	2.5	9.3	6.8	10.6	—0.3	10.9	13.4	—1.8	15.2
	Mois	4.7	5.9	—1.6	—0.4	1.5	6.3	0.1	3.8	2.1	5.1	—1.7	6.8	7.3	—2.7	10.0
Mars	Hiver	3.8	5.6	—1.5	—0.1	1.1	5.3	0.3	2.5	1.4	3.3	—2.2	5.5	5.3	—2.8	8.1
	1-10	9.4	—	—1.5	—	3.9	10.9	0.3	7.3	4.9	11.7	—2.7	14.4	20.1	—6.4	26.5
	11-20	9.1	—	—0.8	—	4.2	9.9	0.8	8.6	6.0	12.1	—1.3	13.4	23.0	—4.4	27.4
	21-31	14.3	—	—1.2	—	7.8	13.1	4.3	12.4	8.6	16.4	1.2	15.2	25.8	—2.1	27.9
Avril	Mois	11.1	9.3	—0.1	1.4	5.5	11.2	1.9	9.6	6.6	13.5	—0.9	14.4	23.1	—4.2	27.3
	1-10	11.6	—	—4.2	—	7.9	7.4	6.7	10.2	9.3	13.8	1.8	12.0	18.5	1.6	16.9
	11-20	13.1	—	—2.9	—	8.0	10.2	6.0	12.6	11.1	18.4	1.9	16.5	24.9	—0.5	25.4
	21-30	16.9	—	—4.6	—	10.8	12.3	8.3	14.9	12.6	23.2	4.4	18.8	28.8	1.3	27.5
Mai	Mois	13.9	12.6	—3.9	3.5	8.9	10.0	7.0	12.6	11.0	18.4	2.7	15.7	24.1	0.8	23.3
	1-10	16.5	—	—5.6	—	11.0	10.9	8.1	14.4	12.6	30.4	5.1	25.3	33.3	2.4	30.9
	11-20	18.8	—	—7.5	—	13.2	11.3	12.7	17.8	15.9	30.8	6.9	23.9	34.1	3.3	30.8
	21-31	21.3	—	—11.1	—	16.2	10.2	15.0	19.1	16.8	33.6	10.7	22.9	35.8	7.6	28.2
Printemps	Mois	18.9	18.3	—8.2	7.2	13.6	10.7	12.1	17.2	15.2	31.7	7.7	24.0	34.5	4.5	30.0
	1-10	14.6	13.4	—4.0	4.0	9.3	10.6	7.0	13.1	10.9	21.2	3.2	18.0	27.2	0.4	26.8
	11-20	16.9	15.6	—5.7	5.7	11.7	11.7	10.4	15.5	14.2	28.1	6.9	21.1	32.4	5.4	27.4
	21-31	20.3	19.0	—8.1	7.1	14.9	10.7	14.0	19.1	17.0	34.5	10.7	24.0	37.8	7.6	28.2
Semestre	Mois	18.9	18.3	—8.2	7.2	13.6	10.7	12.1	17.2	15.2	31.7	7.7	24.0	34.5	4.5	30.0
	1-10	14.6	13.4	—4.0	4.0	9.3	10.6	7.0	13.1	10.9	21.2	3.2	18.0	27.2	0.4	26.8
	11-20	16.9	15.6	—5.7	5.7	11.7	11.7	10.4	15.5	14.2	28.1	6.9	21.1	32.4	5.4	27.4
	21-31	20.3	19.0	—8.1	7.1	14.9	10.7	14.0	19.1	17.0	34.5	10.7	24.0	37.8	7.6	28.2

Juin	1-10	15.6	—	7.1	—	11.4	8.5	9.8	14.4	13.9	23.9	7.0	16.9	27.9	5.6	22.3
	11-20	19.3	—	11.2	—	15.2	8.1	14.2	18.7	17.2	29.3	10.7	18.6	33.5	9.2	24.3
	21-30	23.2	—	14.3	—	18.8	8.9	17.3	21.9	20.0	32.5	14.8	17.7	37.5	13.3	24.2
	Mois	19.4	20.7	10.9	9.9	15.2	8.5	13.7	18.3	17.0	28.6	10.8	17.8	33.0	9.4	23.6
Juillet	1-10	22.4	—	14.0	—	18.2	8.4	16.1	20.0	18.7	31.3	12.8	18.5	40.1	11.9	28.2
	11-20	19.6	—	11.4	—	15.5	8.2	14.7	18.9	17.5	28.5	10.9	17.6	37.5	8.7	28.8
	21-31	24.4	—	12.2	—	18.3	12.2	15.4	19.6	19.0	31.4	12.1	19.3	40.9	9.2	31.7
	Mois	21.4	22.5	12.5	11.6	16.9	8.9	15.4	19.5	18.4	30.4	11.9	18.5	41.5	9.9	31.6
Août	1-10	21.0	—	9.8	—	15.4	11.2	14.5	21.0	18.5	31.4	9.8	21.6	38.9	6.8	32.1
	11-20	25.7	—	13.2	—	19.4	12.5	16.8	23.5	21.4	36.2	13.0	23.2	37.8	9.3	28.5
	21-31	19.9	—	11.1	—	15.5	8.8	14.0	18.9	17.0	27.0	10.6	16.4	29.6	9.4	20.2
	Mois	22.1	21.9	11.3	11.5	16.7	10.8	15.0	21.1	18.9	31.4	11.1	22.2	36.6	8.6	22.3
Été		21.0	21.7	11.6	11.0	16.3	9.4	14.7	19.6	18.1	33.5	11.3	20.3	35.2	9.3	26.6
Sept.	1-10	22.2	—	9.2	—	15.7	13.0	12.6	20.5	15.9	31.4	9.3	12.1	32.8	5.4	27.4
	11-20	18.9	—	8.6	—	13.7	10.3	11.7	17.9	14.8	28.2	8.0	20.2	33.4	5.0	28.4
	21-30	17.8	—	8.7	—	13.2	9.1	11.2	16.8	14.2	22.7	7.8	14.9	25.2	5.9	19.3
	Mois	19.6	19.3	8.8	8.9	14.2	10.8	11.8	18.4	15.0	27.4	8.4	29.0	30.5	5.4	25.1
Octobre	1-10	15.9	—	5.7	—	10.8	10.2	8.2	15.2	11.4	22.5	5.7	16.8	24.7	2.9	21.8
	11-20	15.7	—	8.1	—	11.9	7.6	10.3	15.3	12.6	19.8	7.3	12.5	20.3	5.5	14.8
	21-31	14.2	—	7.5	—	10.8	6.7	9.1	13.6	10.8	18.2	6.3	11.9	10.0	5.2	12.8
	Mois	15.3	14.1	7.1	6.1	11.2	8.2	9.2	14.6	11.6	20.1	6.4	13.7	20.9	4.3	16.6
Nov.	1-10	10.6	—	3.3	—	6.9	7.3	5.6	9.7	7.5	12.2	2.2	10.0	12.2	1.1	11.1
	11-20	9.5	—	2.2	—	5.8	7.3	4.0	9.0	6.7	11.7	2.1	9.6	12.0	0.7	11.3
	21-30	8.8	—	2.7	—	5.8	6.1	4.7	8.2	6.1	10.0	1.3	8.7	10.1	0.4	9.7
	Mois	9.6	8.2	2.7	1.8	6.2	6.9	4.8	9.0	7.0	11.3	1.9	9.4	11.4	0.7	10.7
Automne		14.8	13.9	6.2	5.6	10.5	8.6	8.6	14.0	11.2	19.6	5.6	14.0	20.9	3.5	17.4
Semestre		17.9	17.8	8.9	8.3	13.4	9.0	11.6	16.8	14.6	26.5	8.4	18.1	28.7	6.4	19.8
Année		13.3	13.6	5.1	5.2	8.2	9.4	6.1	12.3	10.4	19.4	4.5	14.9	22.5	2.6	19.9

Juin	1-10	12.1	20.5	17.5	11.3	17.3	17.1	11.6	16.3	17.5	13.4	14.5	15.4	13.3	14.6	14.1	13.7	13.6	13.6
	11-20	16.9	24.8	20.1	15.4	22.0	20.1	14.9	20.2	20.0	16.0	16.3	17.3	15.4	15.6	15.7	14.2	14.2	14.3
	21-30	19.6	26.9	23.2	18.5	24.3	23.4	18.1	23.2	23.1	18.9	19.1	20.6	18.1	18.4	18.4	15.7	15.7	15.8
	Mois	16.2	24.0	20.3	15.1	21.2	20.2	14.9	19.9	20.2	16.1	16.6	17.7	15.6	16.2	16.1	14.5	14.5	14.5
Juillet	1-10	18.5	26.2	21.4	17.9	23.2	21.8	17.7	22.1	21.9	19.4	19.4	20.3	19.0	18.9	19.0	17.2	17.3	17.4
	11-20	16.5	24.0	20.9	15.5	21.7	20.3	15.3	20.6	19.4	17.0	17.3	17.8	16.8	17.2	17.1	16.9	16.7	16.7
	21-31	17.1	26.0	21.0	16.9	23.8	21.8	16.6	22.4	21.8	18.6	18.9	20.5	18.1	18.6	18.2	16.9	16.9	17.0
	Mois	17.4	25.4	21.1	16.8	22.9	21.3	16.5	21.7	21.0	18.3	18.5	19.6	18.0	18.2	18.0	17.0	17.0	17.0
Août	1-10	16.6	29.6	21.7	15.6	24.6	22.3	15.2	22.9	22.2	17.8	17.9	19.5	17.4	17.7	17.6	17.0	16.9	17.0
	11-20	18.9	30.6	23.8	18.2	26.3	24.8	18.0	24.6	24.9	20.5	20.4	21.6	19.5	19.8	19.9	18.2	18.3	18.4
	21-31	15.2	22.7	17.9	14.6	20.2	18.4	14.5	19.0	18.5	16.5	16.6	17.5	16.9	17.1	17.0	17.3	17.3	17.3
	Mois	16.8	27.5	21.0	16.1	23.7	21.4	15.8	22.1	21.8	18.2	18.2	19.1	17.9	18.2	18.1	17.5	17.5	17.5
Sept.	1-10	16.8	25.6	20.8	16.0	22.6	21.0	15.7	21.2	21.0	17.5	17.8	18.8	17.2	17.5	17.4	16.3	16.3	16.3
	11-20	14.6	26.8	17.7	13.8	22.5	19.7	13.7	21.1	19.4	16.3	16.8	18.3	16.9	18.1	17.0	16.7	17.0	16.9
	21-30	12.8	22.1	15.5	12.4	19.3	16.6	12.4	18.2	16.9	15.1	15.1	16.0	11.6	15.2	15.7	15.8	16.0	16.2
	Mois	11.3	18.8	13.8	11.2	16.7	14.6	11.3	16.0	14.8	13.6	14.1	14.5	14.2	14.6	14.3	14.8	15.0	14.9
Octobre	1-10	12.9	22.5	15.7	12.5	19.5	16.9	12.5	18.4	17.0	15.0	15.3	16.3	14.2	16.0	15.7	15.8	16.0	16.0
	11-20	9.1	18.4	12.0	9.3	15.6	13.0	9.4	14.9	13.3	12.4	12.6	13.2	13.0	13.3	13.2	14.4	14.4	14.4
	21-31	10.5	16.8	12.8	9.4	14.9	12.5	10.4	14.2	12.8	11.9	12.1	12.6	12.3	12.5	12.5	13.0	13.1	13.0
	Mois	8.9	15.3	10.9	9.3	13.6	11.0	9.5	12.7	12.1	11.4	11.3	12.2	12.6	12.2	12.0	13.1	13.0	13.0
Nov.	1-10	9.5	16.8	11.9	9.3	14.7	12.1	10.1	13.9	12.8	11.9	12.0	12.7	12.4	12.7	12.5	13.5	13.5	13.4
	11-20	6.0	10.7	6.2	6.2	8.8	6.6	6.4	8.6	6.8	8.1	8.0	8.4	9.0	9.3	9.0	10.9	10.8	10.8
	21-30	4.6	10.2	6.7	5.0	8.4	7.0	5.2	7.9	7.1	7.2	7.2	7.6	7.9	8.1	8.2	10.1	10.4	10.3
	Mois	4.2	9.4	5.1	4.3	7.1	5.4	4.4	6.6	5.6	5.9	6.1	6.2	6.9	7.1	7.0	9.4	9.4	9.4
Automne	1-10	4.9	10.1	6.0	5.2	8.1	6.4	5.3	7.7	6.5	7.1	7.1	7.4	7.9	8.2	8.0	10.3	10.2	10.2
	11-20	9.1	16.5	11.2	9.0	14.1	11.8	9.3	13.3	12.1	11.3	11.5	12.1	11.5	12.3	12.1	13.2	13.2	13.2
	21-31	12.9	21.0	16.0	12.5	18.4	16.4	12.5	17.2	16.5	14.4	14.6	15.4	14.1	14.9	14.8	14.8	14.8	14.8
	Mois	8.8	15.6	11.4	8.5	13.4	11.8	8.5	12.5	11.9	10.0	10.5	10.9	10.1	10.5	10.6	10.7	10.8	10.8

Observations et Recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat pendant l'Année 1953 (*)

par

R. VANDERWALLE

1. — Observations phytopathologiques.

Les caractéristiques climatologiques (1) dans le cadre de leurs répercussions sur l'incidence et le développement des maladies au cours de l'année culturale 1953 apparaissent comme suit.

L'hiver est normalement froid, les précipitations en novembre et décembre 1952 sont excédentaires. Le gel est léger mais avec présence de neige; les conditions sont assez peu favorables aux semis d'automne. La 1^{re} moitié de janvier est nettement plus sèche mais les froids sont persistants. La seconde moitié du mois devient plus humide mais dans la 3^{me} décade, le temps se réchauffe et devient plus doux. Le réchauffement se maintient au début du mois avec précipitations faibles, les nuits sont froides et il gèle la nuit pendant les deux premières décades.

La période hivernale se caractérise par un temps humide couvert et peu ensoleillé défavorable aux semis d'automne qui ont hiverné dans des conditions peu favorables au développement. Ce comportement général s'est révélé variable selon les situations.

Le printemps débute par une période normale et tempérée, mais avec forte insolation. La température se relève progressivement et régulièrement, toutefois la végétation lente s'accroît rapidement et paraît en avance lorsque des froids brusques en mai endommagent la floraison. La fin de mai et juin présentent des précipitations élevées avec forte insolation et relèvement de la température favorisant activement la végétation. La fin de juin est pluvieuse surtout sous forme d'orages. L'insolation devient déficitaire mais la température reste élevée. Les conditions deviennent favorables à des parasites tels que le *Phytophthora infestans* qui se développe rapidement.

En été, les précipitations sont très variables et d'origine orageuse. Les parasites restés en retard jusqu'alors prennent rapidement de l'extension. En fin d'été, les pluies deviennent plus déficitaires avec forte insolation.

L'automne est caractérisé par une température exceptionnellement douce et une pluviosité particulièrement faible allongeant la période végétative.

(1) D'après les données obligeamment communiquées par M. Demortier, Directeur de la Station de Chimie et Physique Agricoles à Gembloux.

* Déposé à la rédaction le 13 juillet 1954.

CEREALES (2)

Froment et épeautre.

Piétin-échaudage (*Ophiobolus graminis* Fron.) : peu répandu cette année sur froment d'hiver, sauf dans quelques foyers de la région de Landeghem. Attaque plus importante sur froment de printemps. Dégâts notables dans les terrains schisteux sur épeautre.

Piétin-verse (*Cercospora herpotrichoides* Fron.) : déjà peu répandu l'année précédente, il semble encore plus réduit cette année. On ne signale aucun dégât marquant.

Rouille brune (*Puccinia triticina* Eriks) : attaque réduite d'intensité variable. Apparition assez tardive, dégâts limités et peu importants.

Rouille jaune (*Puccinia glumarum* Schm.) : attaque faible même sur variétés sensibles ; elle semble très peu développée cette année.

Rouille noire (*Puccinia graminis* Pers.) : pratiquement inexistante dans la plupart des cultures. Plus constante en Ardennes où les dégâts sont cependant de faible intensité.

Charbon nu (*Ustilago tritici* Schaf.) : est apparue dans différentes régions sur froment sensible. Le taux d'infection ne paraît pas avoir été particulièrement élevé cette année.

Carie (*Tilletia nuda tritici* Berk.) : a sévi, cette année encore, d'une façon marquée dans la culture ; on signale dans la province de Luxembourg des taux atteignant jusque 10 % des épis. La maladie a été remarquée dans un bon nombre de semis réalisés avec des semences désinfectées. L'extension de cette affection apparaît comme dangereuse du fait qu'à l'heure actuelle, aucune variété résistante n'est encore cultivée en Belgique.

Oïdium (*Erysibe graminis* D. C.) : les dégâts de l'Oïdium ont été insignifiants cette année. Le parasite est apparu tardivement dans les cultures.

« Black chaff » : aucune attaque notable n'a été signalée.

Escourgeon.

Piétin-verse (*Cercospora herpotrichoides* Fron.) : cette affection a été peu marquée sur les orges en 1953.

Oïdium (*Erysibe graminis* D. C.) : attaque tardive et légère dans la plus grande partie du pays. En Ardennes, cette maladie est apparue plus tôt et a été plus étendue.

Rouille naine [*Puccinia simplex* (Koern.) Eriks et Henn.] attaque assez marquée et étendue. Dégâts moyens.

(2) D'après une note obligeamment communiquée par M. LAROSE, Directeur de la Station de Recherches de l'Etat pour l'Amélioration des Plantes de Grande Culture à Gembloux.

Marsonina secalis Oud. : pratiquement inexistant.

Jaunissement : Au début d'avril, la plupart des variétés ont pris sur le champ une teinte chlorotique assez générale sans que la présence d'Oïdium ne puisse être décelée. Ce phénomène a été attribué à une cause physiologique indéterminée.

Orge de Printemps.

Oïdium (*Erysibe graminis* D. C.) : tardif mais d'intensité marquée.

Rouille naine [*Puccinia simplex* (Koern.) Eriks et Henn.] : peu développée.

Helminthosporium sativum : très développé en particulier chez certaines variétés.

Des symptômes de maladie de défrichement ont été rencontrés sur sols récemment cultivés en Flandre orientale.

Avoine.

Charbon nu [*Ustilago avenae* Pers.) Jens.] : très peu de façon générale, sauf en Ardennes.

Rouille couronnée (*Puccinia coronifera* Kleb.) : attaque négligeable.

Oïdium (*Erysibe graminis* D. C.) : peu développé en sous-étage, non dommageable.

Seigle.

Piétin-échaudage (*Ophiobolus graminis* D. C.) : légère attaque dans la région sablonneuse.

Ergot [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul] : présent dans quelques cas isolés avec une certaine intensité.

Rouille (*Puccinia dispersa* Er. et Henn.) : peu importante cette année.

Maïs.

Charbon (*Ustilago maydis*) : moins répandu que l'année précédente. Cependant de fortes attaques locales sont encore signalées en différentes régions du pays.

Fusarium sp. : Il est signalé qu'un certain nombre de plantes ont disparu suite d'une attaque de *Fusarium*.

PLANTES RACINES

Pomme de terre.

Mildiou (*Phytophthora infestans* de Bary) : Cette affection a causé de grands dégâts à la culture de la pomme de terre, notamment sur la variété

Bintje. La maladie a pris un développement précoce (1^{er} juillet) et l'envahissement massif apparaît soit 8 jours plus tard. Sur les variétés tardives, l'affection a été moins prononcée et moins dommageable. Les traitements ont été fréquemment contrariés par les pluies du mois de juillet. Par contre, là où ils ont été effectués, la protection a été effective. Une forte pourriture des tubercules en est résultée également. La précocité de l'attaque bien que sensiblement équivalente à celle de l'année précédente (le 2^e juillet contre le 1^{er}) n'a pas subi de pause, le temps étant resté favorable au développement du mal, il en résulte un dégât élevé.

Gale noire (*Synchytrium endobioticum* Schilb.) : de nouveaux cas cette année en régression constante.

Gale poudreuse (*Spongospora subterranea* Wall.) : pas de dégâts notables.

Alternaria solani Sor. : quelques dégâts sur feuillage.

Viroses : pourcentage élevé de plantes virosées en culture.

Betterave.

Pied noir (*Mycosphaerella tabifica* Prill et Del.) : généralement peu répandu au cours de cette année, en régression par rapport à l'année précédente ; est signalé avec plus d'intensité dans la province de Liège.

Rouille (*Uromyces betae* Tul.) : n'a été observée que très sporadiquement dans la culture et très peu dommageable.

Mildiou (*Peronospora Schachtii* Fuck.) : pratiquement aucune attaque n'a été observée.

Rhizoctenia viulacea Tul. : quelques cas sporadiques sont signalés mais n'ont causé aucun dommage notable aux cultures.

Maladies à virus : La jaunisse a été généralisée dans toute la culture des betteraves, elle est cependant moins accentuée et plus tardive que l'année précédente suite à une pluviosité du mois d'août. Par conséquent, elle a été moins dommageable dans son ensemble.

Féverole.

Rouille [*Uromyces fabae* (Pers.) de Bary] : attaque assez marquée en fin juillet.

Mycosphaerella pinodes (B. et Blox) Johans : très peu.

Viroses : ne paraissent pas avoir provoqué des dégâts remarquables au cours de l'année.

Crucifères.

Hernie (*Plasmodiophora brassicae* Woron) : dégâts notables dans un certain nombre de cultures de choux-navets.

Jaunisse : Sur navet en semis hâtif, un taux assez important de jaunisse est apparu en fin de végétation. Les semis tardifs ont été plus satisfaisants.

Rouille blanche (*Albugo candida*).

Trèfle et Luzerne.

Rhizoctonia violacea : très peu d'attaque cette année.

Sclerotinia cibicriodes (Hoffm.) Eriks : au printemps, certaines parcelles atteintes ont dû être labourées, suite à l'éclaircissement des plantules consécutif à l'attaque ; ailleurs, peu de dégâts.

Fusarium sp. : de nombreux cas d'attaque par *Fusarium* nous ont été soumis cette année.

Anthraxose (*Pseudo-peziza trifolli* Fuck.) : assez développée et dégâts fréquents.

PLANTES INDUSTRIELLES

Tabac.

Pseudomonas tabaci : attaques peu importantes.

Viroses : attaque de *Nicotinia virus I*, développé cette année en culture.

Botrytis cinerea : signalé dans quelques cultures.

Houblon.

Pseudo-peronospora Lundei : attaque assez marquée cette année.

Viroses.

Lin.

Phoma linicla March & Verpl. : quelques dégâts suivant les régions.

Botrytis cinerea Pers. : assez forte attaque avec réduction des emblavures et de la valeur des produits.

PLANTES MARAICHÈRES

Haricot.

Anthraxose (*Glomerella Lindemuthianum* Shear.) : pas développée cette année, dégâts faibles.

Graisie : pas de cas signalés.

Rouille : dégâts peu importants.

Viroses : assez abondantes, mais fréquemment dégâts réduits par masking précoce.

Oignon.

Botrytis cinerea : a causé des dégâts assez marqués dans certaines plantations.

Sclerotinia : a provoqué de la pourriture pendant la période pluvieuse.

Mildiou : pas signalé.

Céleri.

Septoriose : attaque tardive assez prononcée.

Viroses : affections plus fréquentes et en extension dans la culture.

Laitue.

Bremia lactucae Reg. : abondant en août.

Fonte de semis : signalé dans quelques cultures.

Epinard.

Mildiou : assez répandu.

Tomate.

Différentes affections du feuillage et du flétrissement sont signalés.

Viroses : fréquentes en culture, dégâts notables.

Fraisier.

Viroses : développement assez marqué d'affections mal définies mais apparemment de nature virologique.

Botrytis cinerea : dégâts sur fleurs et sur fruits.

PLANTES ORNEMENTALES

Primula.

Cucumis virus I a été identifié et est en extension cette année.

Rosier.

Oïdium [*Spaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév.] : cette affection a été assez abondante.

Diplocarpon rosae Wolf. : affection signalée de façon assez marquée.

Bégonia.

L'oïdium et des viroses ont été signalés sur cette plante.

Cyclamen.

Botrytis cinerea : principale affection signalée sur cette plante.

Dahlia.

Viroses assez développées.

Chrysanthème.

Cladosporium : fréquent dans la culture et dommages notables.

Septoria chrysanthemella : plusieurs cas signalés.

Lilas.

Bactériose : cette affection est la seule signalée cette année sur le lilas.

ARBRES FRUITIERS

Pommier.

Tavelure [*Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh.] : premières attaques en juin, développement marqué en juillet, assez forte extension.

Oïdium (*Podosphaera leucotricha* Ell. et Ev.) : attaques signalées sur variétés sensibles en extension dans la culture.

Moniliose (*Monilia fructigena* Pers.) : attaques assez importantes sur fruits.

Poirier.

Tavelure (*Venturia pirina* Aderh.) : attaques assez fortes.

Moniliose [*Sclerotinia fructigena* (Pers.) Schroet] : attaque de rameaux plus faible que l'année précédente.

Prunier et cerisier.

Armillariella mellea : différents pourridiés ont été signalés.

Moniliose (*Sclerotinia cinerea* Schroet.) : attaque plus faible que l'année précédente, mais encore très notable sur fruits.

Pêcher.

Cloque (*Taphrina deformans* Berk.) : sur quelques variétés, attaque très forte, dégâts notables.

Tavelure (*Megacladosporium carpophilum*) : affection en extension dans la culture.

Vigne.

Oïdium (*Uncinula necator* Schwein.) : abondant cette année.

Brunissure (*Botrytis cinerea*) : affection assez fréquente sous verre.

Groseille.

Oïdium américain (*Sphaerotheca mors-uvae* Berk.) : différents cas d'attaque sont encore signalés avec dégâts notables.

Noyer.

Pas d'affection signalée.

ARBRES FORESTIERS

Peuplier.

Dothichiza populea : dégâts assez importants en pépinières.

Saule.

Melampsora salicina : attaque marquée du parasite.

Résineux.

Différentes attaques de *Thielavia basicola* ont été signalées ou observées au cours de l'année.

Tilleul.

Gnomonia tiliae : un cas d'attaque important est signalé.

*
**

2. — Recherches.

A. MALADIES CRYPTOGAMIQUES

I. — *Charbons nu du Froment et de l'Orge.*1) *Conservation de chlamydospores.*

Les chlamydospores d'*Ustilago nuda tritici* et *U. nuda* ne conservent leur pouvoir germinatif qu'un temps limité. Avant une année, celui-ci a complètement disparu. Les spores récoltées une année, ne peuvent donc servir pour des inoculations comparatives d'une même collection plusieurs années de suite. La recherche des biotypes est, de ce fait, rendue plus compliquée.

Dans ce but, nous avons recherché avec succès le moyen d'assurer une longue conservation de la vitalité des spores de ces deux charbons.

Celles-ci sont conservées en ampoules scellées sous vide après complète dessiccation. Par cette méthode, les chlamydospores conservent un excellent pouvoir germinatif équivalent à celui de spores fraîches. Il est ainsi permis de comparer des souches prélevées à dates diverses sur différentes variétés.

2) *Contribution à l'étude de l'infection florale.*

L'étude de la spécialisation et de l'adaptation du parasite charbonneux aux différentes lignées de céréales cultivées dans le pays rend nécessaire une étude critique de l'infection florale. Il faut, en effet, que celle-ci soit réalisée de façon optimum à chaque opération, faute de quoi, la comparaison entre taux d'infection artificielle n'a plus aucun sens. A la suite des essais entrepris, il apparaît que l'infection florale artificielle par voie humide, donne des résultats irréguliers d'infection entre les épis d'une même lignée ainsi qu'entre tous les épillets d'un même épi. L'expérience établit également que l'irrégularité de l'apparition des plantes malades dans la culture de serre ou de plein champ résulte, à la fois, de l'irrégularité de l'infection et d'un certain nombre de latences.

Ces résultats démontrent la nécessité de poursuivre plus avant les recherches dans le sens des conditions optimales concourant à l'infection maximum par des méthodes artificielles.

3) *Technique de mise en évidence du mycelium dans la semence.*

Cette technique que nous appellerons test embryonnaire, a été recherchée et mise au point avec succès pendant l'année 1953. Par divers traitements, tant chimiques que physiques, nous sommes arrivés à une transparence de l'embryon telle qu'elle permet, après coloration et à l'aide d'une simple loupe, de déceler la présence du charbon à l'intérieur de l'embryon. La conséquence directe du succès de cette méthode est qu'elle permet, d'une manière sûre, la détermination du taux d'infection réellement atteint dans la graine, bien avant l'extériorisation des symptômes sur champ. Le procédé évite les aléas de la culture, il permet, notamment, l'élimination de l'influence des infections latentes, variables suivant les conditions du milieu.

II. — *Oidium de l'Orge et du Froment.*

1) *Mise au point de la technique pour l'étude de la spécialisation du parasite.*

Pendant l'année 1953, nous nous sommes attachés à rechercher les moyens les plus sûrs de standardisation de tous les facteurs entourant les essais d'infection artificielle. Cette standardisation est indispensable du fait que les races physiologiques ne déterminent uniquement par la symptomatologie d'hôtes choisis appelés variétés « test ».

Nos recherches ont porté entre autres sur les questions suivantes : température, lumière, humidité et substrat. Les températures optimales relativement basses nous ont obligé à travailler en cave avec, comme conséquence intéressante, un éclairage entièrement artificiel. Nous avons mis au point la régulation de ces différents facteurs, tout au moins en ce qui concerne la période hivernale. En effet, en été, la température ambiante trop élevée nous a empêché de travailler et il s'avère nécessaire de faire intervenir, à ce moment, un appareil frigorifique. La question des récipients de culture et l'inoculation a fait aussi l'objet de nombreux essais, à l'issue desquels notre choix s'est porté sur des verreries différentes suivant qu'il s'agit de conservation de souche, d'inoculation de plantes test ou de cultures monospores.

Nous nous devons de rechercher également les modalités d'inoculation les plus adaptées aux divers buts poursuivis. Notons, en passant, que nous avons surtout étudié, avec succès, la technique de la culture monospore d'oïdium.

2) *Etude des races physiologiques.*

Après avoir demandé à l'étranger quelques graines des variétés « test » connues pour *Erysiphe graminis*, nous avons pu les multiplier en nombre limité mais toutefois suffisant pour ébaucher une recherche des biotypes belges.

Les premiers résultats nous ont démontré que les variétés étrangères ne convenaient pas entièrement à une définition des races belges du parasite. Des recherches ont donc commencé en vue de créer un test bien adapté aux besoins de notre pays.

3) *Etude des moyens de lutte contre le parasite.*

Après avoir reconnu, en 1952, l'efficacité intéressante des produits à base de DNOC et DNEP, nous avons établi plusieurs champs d'essai en vue de fixer les augmentations éventuelles de rendement dues à ces produits, mais l'apparition très tardive de l'oïdium en 1953, n'a pas permis de tirer beaucoup de conclusions à leur sujet. Il reste que ces produits ont montré suffisamment d'activité pour constituer, à ce jour, la base la plus sûre d'une telle recherche. Ces produits appliqués au début de la végétation seraient susceptibles, tout en détruisant les mauvaises herbes, de lutter contre une attaque hâtive d'oïdium.

III. — *Les piétins du Froment et de l'Orge.*

Les premiers travaux exécutés dans ce domaine ont porté sur l'établissement d'un test permettant d'établir une échelle de la sensibilité relative des lignées de céréales à *Ophiobolus graminis* et *Cercospora herpotrichoides*. Les premiers essais ont porté sur le choix du récipient de culture, du substrat à employer et de la solution nutritive à y apporter. Le choix s'est finalement porté sur une méthode de culture utilisant comme sub-

strat un mélange de vermiculite et de fin gravier du Rhin imbibé d'une solution nutritive immobilisée. La vermiculite présente l'avantage de posséder un pouvoir rétentif élevé vis-à-vis des liquides et de n'apporter aucun élément nutritif dans le milieu. Le gravier du Rhin est utilisé pour favoriser l'aération du milieu.

La vermiculite acidifiée et mélangée au gravier reçoit une quantité de liquide nutritif dont on maintient le volume constant. Les céréales du test y sont semées en lignes et inoculées par dépôt contre la semence d'une culture pure du parasite. Cette méthode permet de cultiver les plantes jusqu'à maturation des épis.

Les premiers essais font ressortir que toutes les variétés de froment testées jusqu'à présent sont sensibles à *O. graminis*. Cependant, en tenant compte du pourcentage de mortalité, on pourrait établir, dans l'avenir, un classement des variétés de froment.

D'autre part, des essais ont commencé pour établir une méthode test comparable en ce qui concerne *Cercospora herpotrichoides*.

Des recherches ont été menées en vue de savoir à quel facteur il faut attribuer les échecs d'infection artificielle en plein champ qui sont fréquents dans cette modalité d'infection. Jusqu'à présent, on peut conclure de ces essais que les échecs constatés chez nous, ne peuvent être attribués à la nature biologique ou chimique du sol.

IV. — Chancre du peuplier.

Des expériences entreprises en 1953 au sujet de l'étiologie du chancre, il semble résulter que la formation du chancre naturel est bien liée à un ou plusieurs organismes présents dans les lésions chancreuses mais que le succès de l'inoculation réclame, en outre, la présence de substances toxiques dérivées de la sève du peuplier sous l'action de la microflore présente dans cette sève.

V. — *Verticillium* de la Chicorée Witloof.

Comme par le passé, nous avons continué à tester des individus en vue de leur résistance au *Verticillium dahliae*. Dans ce domaine, nous avons pu en 1953, retenir plusieurs plantes qui sont apparues plus ou moins résistantes. Elles sont issues d'une plante reconnue résistante en 1952.

B. VIROLOGIE

I. — Recherches sur les viroses de la pomme de terre (*).

Les études virologiques sur la pomme de terre ont comporté les travaux suivants.

(*) Recherches subsidiées par l'I.R.S.I.A.

- a) Recherches sur la réaction d'un certain nombre d'hybrides, produits par la Station de la Pomme de Terre, à l'égard des virus X, Y et A.
- b) Contrôle de l'état sanitaire des hybrides de la Station de la Pomme de Terre.
- c) Etude du virus S — Recherches sérologiques et susceptibilité d'un grand nombre d'espèces de Solanées à l'égard de ce virus.
- d) Recherches sérologiques sur diverses souches du virus X.
- e) Etude de la transmission des virus Y, A et F par pucerons.
- f) Recherches sur la signification des réactions nécrotiques dans le cas d'infection par le virus Y.
- g) Continuation de l'essai de classification des souches du virus X en fonction des réactions d'hypersensibilité des variétés de pomme de terre.
- h) Vérification du caractère d'hypersensibilité au virus A chez un certain nombre de variétés de pomme de terre.
- i) Etude de quelques cas de nécrose du liber en relation avec les manifestations de l'enroulement.
- j) Poursuite de la recherche de types de *Solanum* résistants au virus Y et au virus de l'enroulement.
- k) Continuation de l'étude des composants des souches Y de la Zeeuwse Blauwe et de la Zeeuwse Bonte.

II. — *Etudes virologiques sur diverses plantes.*

- a) Etude du comportement de diverses variétés de maïs à l'égard de *Cucumis virus 1* (virus de la mosaïque du concombre).
- b) Continuation des recherches virologiques sur cerisier.
- c) Poursuite de l'étude de la transmission des virus du fraisier par pucerons et par greffe.
- d) Essai préliminaire sur l'influence de la date de semis du navet en relation avec la lutte contre la jaunisse et la mosaïque.
- e) Etude de la réaction de diverses variétés de tabac à l'égard du virus Y.
- f) Recherches sur un virus attaquant les chrysanthèmes.

Remarque : en 1953, nous nous sommes vus obligés de réduire l'expérimentation sur les maladies physiologiques par suite de l'ampleur accordée aux autres recherches et du manque de place qui s'en est suivi.

3. — Publications.

- R. VANDERWALLE — Note sur l'altération des gaines et des épis d'orge atteints d'*Ustilago nuda* causée par *Fusarium poae* (Peck.) Wr. Parasitica, 1953, IX, 1, pp. 11-13.
- R. VANDERWALLE — Note sur l'étiologie du chancre du Peuplier. Parasitica, 1953, IX, 4, pp. 119-124.
- R. VANDERWALLE — Essai de conservation des spores de charbon nu du froment et de l'orge (*Ustilago nuda* et *U. nuda tritici*). Parasitica, 1953, IX, 4, pp. 139-144.
- R. VANDERWALLE — Contribution à l'étude de l'infection florale du froment et de l'orge par le charbon nu (*Ustilago nuda tritici* et *U. nuda* Jens.) Parasitica, 1953, IX, 4, pp. 145-155.
- G. ROLAND — Sur un essai de lutte contre les pucerons en vue de limiter la propagation des virus attaquant la pomme de terre. Parasitica, 1953, pp. 6-10.
- G. ROLAND — Résultats d'une enquête sur la jaunisse du navet (*Brassica virus 5*). Parasitica, 1953, pp. 54-58.
- G. ROLAND — Sur l'emploi des insecticides systémiques contre les pucerons vecteurs du virus de la jaunisse de la betterave (*Beta virus 4*, Roland et Quanjér). Parasitica, 1953, pp. 125-131.
- G. ROLAND — Maladies à virus de la pomme de terre. Le Sillon Belge, 1953, 23, 569.
- G. ROLAND — La jaunisse des betteraves. Le Sillon Belge, 1953, 24, 570.
-

NOTE

Application du test du chlorure de 2, 3, 5 - Triphényltétrazolum aux plantules de céréales endommagées par le froid (*)

par

P. DERENNE

Ce test biochimique est couramment employé, dans les laboratoires de contrôle des semences, pour déterminer la capacité germinative des embryons par la localisation « topographique » des zones de vitalité (1). Plus récemment, on y eut recours pour l'appréciation du pourcentage de vitalité dans un lot de grains de pollen (2).

Les conditions climatiques exceptionnelles de l'hiver 1953-1954 ont détruit ou fortement endommagé certaines variétés de froment et d'orge d'hiver. C'est ainsi que nous avons été amené, au début de la période de dégel, à user de ce test pour déterminer le degré de viabilité de plantules endommagées par le froid.

Nous avons procédé de la manière suivante : une talle est séparée de la plantule à examiner et débarrassée successivement de ses racines et de ses feuilles et gaines foliaires, jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un petit cône dont la base est le plateau de tallage et le sommet le point végétatif protégé par les ébauches foliaires. Il est ensuite divisé en deux par une incision dans le sens sommet-base, de sorte que tous les tissus essentiels sont présents sur le plan de la coupe. Une des deux parties obtenues est immergée dans une solution à 1 % de chlorure de 2, 3, 5-triphényltétrazolum, pendant quelques heures.

Nous avons pu constater que :

a) chez les plantules manifestement vivantes, la coupe se colore uniformément en rouge foncé,

(*) Déposé à la rédaction le 31 mai 1954.

b) chez les plantules manifestement détruites, la coupe ne présente pas la moindre trace de coloration,

c) chez les plantules endommagées, la zone centrale seule se colore peu intensément, en rose, tandis que les zones marginales ne se colorent pas.

Le passage de la vie à la mort est donc un lent processus, à direction centripète, partant des zones extérieures pour gagner peu à peu le centre. Nous n'avons malheureusement pas remis en milieu de végétation les talles non testées de ces plantes entre vie et mort et déterminé, de la sorte, leurs possibilités éventuelles de reprise, encore que l'examen, favorable ou non, d'une talle ne permette pas de préjuger de l'état, bon ou non, de la plante entière.

Nous pensons, cependant, que l'examen d'un nombre assez élevé de plantules prélevées dans une emblavure endommagée, au début de la période de dégel, pourrait fournir un rapport plantes de bonne vitalité/plantes examinées, qui donnerait une idée assez fidèle de la densité future de la parcelle.

Station d'Amélioration des Plantes de Grande Culture,
Laboratoire de Cytologie.

BIBLIOGRAPHIE

1. LAKON, G. — *Plant Physiol.*, 24 : 389-394, 1949.
 2. VIEITEZ, E. — C. R. dans *Bull. Anal. du C.N.R.S.*, section XI, vol. 14, fasc. 2, rés. n° 14-108280, 1953.
-

Bibliographie *

E. LAROSE : *Quarante années d'activité à la Station de Recherches de l'Etat, pour l'Amélioration des Plantes de Grande Culture, à Gembloux*. Revue de l'Agriculture, 7^e Année — N° 2, février 1954, 16 pages.

L'auteur, à l'occasion de l'inauguration des nouveaux locaux mis à la disposition du Service de recherches qu'il dirige, refait d'abord l'historique du Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux constitué de douze Stations ayant chacune une mission bien définie. Il rappelle les extensions d'attributions qui sont successivement venues amplifier la tâche de sa Station qui, actuellement, doit rechercher et mettre en œuvre tous les moyens susceptibles de favoriser l'amélioration des plantes céréalières, des légumineuses à fruits secs, du lin et du tabac. Il donne ensuite un aperçu des résultats obtenus et souligne notamment que, pour la Belgique, l'accroissement de la production du Froment qui, pour les 40 dernières années, fut de 10 quintaux/ha pour le pays entier (soit de plus de 40 %) revient, pour une large part — 20 à 25 % — à l'amélioration des variétés. Il indique aussi que le travail d'amélioration mené à Gembloux a notamment fait progresser de 40 % la productivité des froments de printemps. Il donne en outre un aperçu des recherches en cours à la Station, de l'importance de l'expérimentation qui y est menée et des méthodes qui y sont suivies en indiquant les objectifs poursuivis. Il termine par des indications relatives à la diffusion des races y créées.

L. E.

* Cette rubrique se rapporte à des travaux, publiés en dehors de ce Bulletin, par des membres du personnel scientifique de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches.

Livres reçus

William H. PETERSON & Frank M. STRONG. — *General Biochemistry*. New-York. Prentice-Hall, Inc. 1953. \$ 8.65. (1 volume, 469 pages, nombreuses figures).

Ouvrage de présentation claire et attrayante, de grande valeur didactique.

Outre une introduction, précisant les buts et les méthodes de la biochimie, le livre de Peterson et Strong comprend 15 chapitres :

- L'eau;
- Les hydrates de carbone;
- Les lipides;
- Les protéines;
- Les nucléoprotéines, acides nucléiques, etc;
- L'acidité;
- Les éléments minéraux d'importance biochimique;
- Les vitamines;
- Les enzymes;
- Les hormones;
- La digestion;
- Le métabolisme animal;
- Le métabolisme microbien;
- Le métabolisme des végétaux;
- L'énergétique biologique.

Un appendice donne la composition et la valeur énergétique d'un grand nombre de substances alimentaires.

Vues d'ensemble synthétiques, documentation très concrète, se traduisant notamment par de nombreuses figures (formules, graphiques, tableaux, photographies et microphotographies), portée pratique de maints exposés sont, à notre avis, les principales caractéristiques de ce bel ouvrage.

Chaque chapitre se termine par une liste de questions englobant et précisant la matière exposée, et par une liste de références bibliographiques.

Tel qu'il a été conçu et réalisé, cet ouvrage est susceptible d'intéresser tous les biologistes.

P. M.

Ir J. A. J. VEENENBOS — *Ziekten en Beschadigingen van Maïs*. N° 122, April 1954. Verslagen en mededelingen van Plantenziektenkundige Dienst te Wageningen, 19 pg — H. Veenman en Zonen, Wageningen. Prijs : fl. 1,10.

L'auteur étudie systématiquement les dégâts et les maladies que l'on constate chez le Maïs.

Dans le premier chapitre, il décrit les attaques de champignons et de bactéries tels *Pythium* spp., *Puccinia sorghii*, *Ustilago zene*, *Fusadium* spp., *Botrytis cinerea*.

Il montre, dans le second chapitre, les déprédations causées par les insectes (*Calandra granaria*, *Agriotes* sp.) et par d'autres parasites animaux (*Ditylenchus dipsaci*, limaces, oiseaux et rongeurs).

Enfin, le troisième chapitre traite des carences : chaque cas est illustré par une photographie en couleurs et montre la coloration particulière de la feuille.

Enfin, chaque dégât ou maladie sur le maïs est décrit longuement et illustré.

¶

Ce livre donne un bon aperçu des principaux accidents les plus fréquemment rencontrés chez le maïs.

K. R.

*
**

Ricorda TELLEZ MOLINA et Manuel ALONSO PENA. — *Los Tricos de la Ceres Hispanica de Lagasca y Clemente* (Préface de Miguel ECHEGARAY ROMEA Presidente del Inia). 1 volume de 516 pp. 154 figures — Edition de 1952. Madrid — Instituto Nacional de Investigaciones Agronomicas.

Dans la première partie de leur travail, les AA. consacrent un premier chapitre à la biographie de *Lagasca* et de *Clemente* au sujet desquels ils ont réuni certains documents inédits. Dans un chapitre suivant, ils font mention de ce qu'ils ont réussi à savoir sur le sort réservé au travail original primitif de la « *Ceres* » (flore espagnole des céréales cultivées). Enfin, les AA. font connaître les espèces reconnues par *Lagasca* et *Clemente* dans le genre *Triticum* et leurs synonymes actuels.

Dans la seconde partie, ils décrivent l'herbier en y ajoutant les magnifiques planches en couleur préparées sous la direction de *Lagasca* et, de leur côté, y ajoutent la reproduction photographique des exemplaires les plus intéressants de la collection. Une série de références bibliographiques se rapporte à la nomenclature des variétés reconnues dans le froment. Dans ces références, se trouve condensée l'activité d'une époque au cours de laquelle les botanistes ont réussi à attirer l'attention de beaucoup de personnes désintéressées de questions telles que la classification des froments, arides en apparence, mais importantes et dotées d'un intérêt scientifique et pratique réel. Lors de la description des variétés, *Clemente* et *Lagasca* ont souligné les contributions de beaucoup de leurs collaborateurs moins connus et de personnes qui, directement ou indirectement, ont contribué au progrès de l'agriculture et de la botanique agricole. En appendices, les AA. ont inséré un fragment original de la « *Genera Species plantarum* » de *Lagasca*, qui intéresse le but poursuivi par eux et le travail de *Clemente* « *Sobre las castas de trigo* » qui sont difficiles à consulter. Un troisième appendice donne la partie la plus intéressante du manuscrit de la « *Ceres* », préparé par *Lagasca*; dans un dernier appendice les AA. exposent leurs observations sur l'herbier et la description de quelques nouvelles variétés établies par eux-mêmes. Dans les index correspondants, le lecteur peut trouver les équivalents entre la systématique de *Lagasca* et *Clemente* et la systématique actuelle, de même que la façon de classer les diverses variétés communes ou agricoles selon les dénominations vulgaires qu'en donnent les auteurs.

Ce fort volume est remarquablement présenté et susceptible d'un grand intérêt pour les personnes s'intéressant spécialement au Genre *Triticum*.

Stat. Rech. Amél. Pl.

Roger ULRICH. — La conservation par le froid des denrées d'origine végétale. Un volume 16 $\times$ 25 de 330 pages et 155 figures, Editeurs : J.-B. Baillière et fils. Paris.

Cet ouvrage comble une lacune de la littérature scientifique de langue française relative à l'industrie du froid.

L'emploi du froid artificiel pour la conservation des produits d'origine végétale a permis une extension considérable dans le temps et l'espace de la consommation des fruits et légumes frais notamment; la production, dont la rentabilité est mieux assurée, en a tiré le meilleur profit.

Mais que de problèmes il a fallu résoudre et combien d'autres restent à solutionner pour tirer tous les avantages de cette technique de conservation.

L'ouvrage d'Ulrich se présente comme une synthèse et une mise au point des connaissances déjà acquises dans ce vaste domaine. Il compte dix parties traitées avec toute l'autorité que confère à l'auteur sa qualité de biologiste et son expérience déjà vaste dans ce domaine.

Les quatre premières parties ont trait aux connaissances de base, à l'étude du comportement au froid à leur conservation.

Les deux suivantes s'étendent en détail sur les conditions de réfrigération particulières aux fruits et légumes frais.

Les parties 7 et 8 traitent des autres végétaux et des produits manufacturés d'origine végétale.

Enfin les deux dernières sont relatives au quick-freezing, à la cryodessiccation et à la cryoconcentration.

Le livre est abondamment illustré et l'index bibliographique a été particulièrement soigné.

Il intéresse autant le producteur qui doit développer les variétés susceptibles de se conserver par le froid que le frigoriste qui a la charge de conserver fruits, légumes et végétaux divers.

R. C.

*
**

J. STRIJCKERS : La destruction des plantes adventices au moyen de produits chimiques — 1954, 3^e édit. — 1 fascicule de 36 pages édité par le Ministère de l'Agriculture, Bruxelles.

L'auteur, chef de travaux à la chaire de Phytotechnie de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gand, est un spécialiste très averti des problèmes de la destruction des mauvaises herbes.

Dans la première partie, il passe en revue, en les groupant suivant leur destination et leur mode d'action, les différents herbicides actuellement disponibles, liste qui devient chaque année plus longue.

Après avoir défini leur mode d'emploi et déterminé les époques d'applications, il examine, culture après culture, quels sont les produits à utiliser, les doses d'emploi, les précautions particulières dont il faut tenir compte; les cultures citées sont : les prairies permanentes et gazon, les graminées cultivées pour la production de la semence, les céréales, le maïs, le lin (pour les fibres et pour la graine), les pois, les haricots, la luzerne, les trèfles, les betteraves, les pommes de terre, les oignons, les carottes, les asperges, les fraises, les glaieuls, les cultures de pépinières; on constate donc que rares sont les plantes cultivées qui ne soient pas intéressées par les herbicides.

Cet ouvrage, destiné à la vulgarisation, est remarquable par sa précision : pas de phrases inutiles; il sera lu très utilement par tous ceux qui sont intéressés par la lutte contre les mauvaises herbes et qui de la sorte seront documentés au sujet des acquisitions les plus récentes en ce domaine.

Il est accompagné de deux tableaux, l'un est un schéma de destruction des plantes adventices dans les différentes cultures, l'autre donne la sensibilité des plantes adventices les plus communes (presque une centaine) aux principaux herbicides chimiques.

Il en existe également une traduction en langue néerlandaise.

L. D.

(Station de Phytopharmacie)

*
**

R. KELLER. — Investigations on Chrysanthemum Stunt Virus and Chrysanthemum virus Q. Memoir 324, 40 pp., August. 1953, University — Agricultural experiment Station, Ithaca, New-York.

Compte rendu très méthodique qui intéressera phytopathologues, virologues et horticulteurs.

R. Keller étudie le virus Q et le virus du rabougrissement chez le chrysanthème. Celui-ci est classé d'après Keller, suivant la classification binomiale de Holmes dans le groupe des mosaïques du tabac des Marmoracées. Il propose le nom de Mamor Chrysanthemi, sp. nov.

K. R.

*
**

O.N.D.A.H. — *Guide de l'acheteur de fruits*. — Brochure, 21,5 × 27,5, 62 pages, dont 14 pages de cartes géographiques en deux couleurs. 1954. Office de Publicité, S.A., rue Marcq, 16, Bruxelles. 20 frs.

C'est avec un vif intérêt que nous avons pris connaissance de cet ouvrage réalisé par l'Office National des Débouchés Agricoles et Horticoles.

Il s'agit en l'occurrence d'une sorte d'inventaire de la production belge de fruits de vergers : pommes, poires, prunes, cerises, pêches.

Pour chacune de ces espèces, nous avons noté :

- une carte de Belgique avec la répartition géographique de la production.
- un calendrier de production et de vente des variétés les plus courantes.
- une table des synonymies donnant en outre les centres de production principaux des variétés les plus courantes.
- les normes de qualité et le matériel d'emballage préconisés sur le marché intérieur.

En outre, pour chaque province, une carte portant les divisions cantonales donne des précisions sur les espèces et sur les principales variétés cultivées.

Nous apprenons, par l'introduction de l'ouvrage, que les données statistiques utilisées dans ce travail ont été fournies par le personnel du Département de l'Agriculture. Nous espérons que les personnes qui ont été chargées de faire l'inventaire des vergers ont pu disposer du temps et du personnel suffisants pour mener à bien une tâche aussi considérable. Il serait évidemment regrettable qu'un tel travail soit uniquement élaboré sur de simples impressions.

Notons également quelques oublis dans les listes de variétés, ainsi que la présence de quelques variétés d'importance réduite, quelques erreurs ou insuffisances dans les appellations, mais ceci est vraiment un reproche mineur, qui ne diminue pas gravement la valeur de l'ouvrage.

D. E.

Communiqués

COCOBRO

Stichting voor Coördinatie van cultuur en onderzoek van Broodgraan.
(Fondation pour la Coordination de la culture et des recherches concernant les céréales panifiables).

Secrétariat : Dr S. Broekhuizen, 31, Emmapark, Wageningen (Pays-Bas).

CONFERENCE SUR LES PROBLEMES DE L'ADAPTATION DES CEREALES AU CLIMAT

(Braunschweig-Gliesmarode, 22 avril 1954).

Trente-six personnalités scientifiques et sélectionneurs, originaires de Belgique, des Pays-Bas, de Suisse, d'Autriche, du Danemark et des deux parties de l'Allemagne, ont donné suite à l'invitation envoyée par la COCOBRO. Des participants de France, d'Angleterre et d'Italie avaient également été invités, mais ne purent assister à cette conférence pour diverses raisons.

La conférence avait été préparée par un rapport étendu, envoyé en même temps que les invitations. Ce rapport contenait les chapitres suivants :

- I. L'essai de semis échelonnés.
- II. Le problème de la résistance au froid chez les céréales.
- III. Le besoin en froid et le développement dans les différentes zones climatiques.
- IV. Recherches concernant la longueur du jour pour le froment et l'orge.
- V. Le cours de la vernalisation de six blés d'automne semés en plein champ.

En relation avec la date de semis, l'importance, la régularité et la structure de la production des variétés de céréales sont déterminées dans les différentes zones climatiques par la satisfaction du besoin en froid, par la réaction à la photopériodicité, par la résistance au froid, par la rapidité du développement, par la résistance à la sécheresse, à la chaleur, aux précipitations excessives et à toutes les maladies parasitaires, dont l'attaque dépend des conditions climatiques. Les problèmes biologiques qui

se rattachent à ces questions sont tellement étendus et difficiles à embrasser dans leur interaction, que leur solution ne semble possible que par une collaboration sur une base large. Il serait donc souhaitable qu'une collaboration dans ce domaine ne soit pas limitée à l'échange des résultats de recherches, mais qu'on établisse d'avance des projets de recherches en commun avec une coordination des objets et des méthodes de travail. Le programme provisoire et restreint, qui fut proposé, comprend les points suivants :

1. *Des essais de semis échelonnés internationaux avec plusieurs espèces et variétés* pourraient servir :
 - a. pour faire connaître la réaction des espèces et des variétés en plein champ à des latitudes et sous des climats différents; (il sera nécessaire d'élaborer des méthodes simples de description morphologique du développement, par lesquelles on obtiendra une image aussi complète que possible de l'évolution de la croissance);
 - b. pour caractériser le climat par rapport aux céréales ou le cours des conditions climatiques à l'aide d'un assortiment d'essai (« climatomètre »).
2. *Description du climat relatif aux céréales dans les différentes régions* au moyen des données des instituts météorologiques.
3. *L'élaboration et la coordination de méthodes de détermination et de sélection* :
 - a. pour déterminer la résistance au froid, ou la résistance à l'hiver, en relation avec le degré de la vernalisation et avec la photopériodicité;
 - b. pour déterminer la résistance aux conditions estivales (sécheresse, chaleur, excès de précipitations).
4. *Mise à la disposition des participants des assortiments d'essai* pour toutes les recherches de détermination et de sélection.

Pour réaliser ce programme de travail provisoire et restreint, les membres d'une « *Commission pour la Recherche sur l'Adaptation des Céréales au Climat* » (secrétariat : COCOBRO, 31, Emmapark, Wageningen, Pays-Bas) furent désignés.

MM. le Professeur J. C. DORST, Wageningen (absent) et le Professeur E. LAROSE, Gembloux, furent priés d'examiner quelle forme d'organisation pourra être trouvée pour cette collaboration européenne.

30.V.1954.

XIV^e Congrès International d'Horticulture

Le XIV^e Congrès International d'Horticulture se tiendra à Scheveningen, Pays-Bas, du 29 août au 6 septembre 1955.

Les sections suivantes sont prévues : 1. Plantes potagères et culture de semences. — 2. Culture fruitière. — 3. Floriculture et Culture d'oignons à fleurs. — 4. Pépinières. — 5. Cultures tropicales et subtropicales. Dans chacune des sections, les sujets suivants pourront être traités : a. Amélioration et multiplication des végétaux. — b. Sol, fumure et irrigation. — c. Maladies et insectes nuisibles. — d. Influence des facteurs du milieu. — e. Technique, technologie, marketing.

Des excursions auront lieu, avant et pendant le Congrès, aux principales institutions scientifiques et aux régions d'horticulture.

Les frais d'inscriptions s'élèvent, pour les participants, à fl. 60 (donnant droit au Compte rendu) et à fl. 25 pour les personnes qui accompagnent.

Le titre et un résumé succinct (100 mots maximum) des communications doivent parvenir au Secrétariat du Congrès avant le 1^{re} octobre 1954.

On peut se faire inscrire provisoirement auprès du Secrétaire du Congrès : Dr G. de Bakker, Ministère de l'Agriculture, 30, Bezuidenhout, La Haye. Les bulletins d'inscription définitifs et une brochure contenant des renseignements plus détaillés seront envoyés ultérieurement.

Encyclopédie Agronomique et Vétérinaire

MANUEL DE L'AMELIORATION DES PLANTES

par V. LATHOUWERS

Docteur ès Sciences, Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux.

Tome I : L'Amélioration générale

En réimpression

Tome II : L'Amélioration du Froment, 580 pp., 66 fig.

150,00

LE CHENE PEDONCULE ET LE CHENE ROUVRE

Leur culture en Belgique

par A. POSKIN

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. 283 pp., 54 fig., 1 carte en couleurs,

br., 65,00

PHYTOTECHNIE DE L'HEVEA — (HEVEA BRASILIENSIS)

Botanique — Amélioration — Culture et Exploitation

par M. FERRAND

Ingénieur Agronome (A. I. Gx), Chef de la Division de l'Hevea de l'INELC, Directeur du Centre de Recherches de l'Inst. de Rech. pour les Huiles de Palme et Oléagineux de Paris.

1 vol. 432 pp., 67 fig., 2 hors-textes

110,00

ELEMENTS DE MICROBIOLOGIE GENERALE ET AGRICOLE

par G. VERPLANCKE

Chargé de cours à l'Université de Gand et à l'Institut agronomique de Gand.

1 vol. in-8°, 328 pp., 105 fig.

br. 45,00

LES BOVINS

par J. LAHAYE et J. MARCQ

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem, Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

Tome I : La Connaissance du Bétail, 1 vol. in-8°, 196 pp., 166 fig.
En réimpr.

Tome II : Vol. 1. Ethnographie. Hygiène. Reproduction. En réimpr.
Vol. 2. Alimentation, 1 vol. in-8°, 644 pp., 20 fig. En réimpr.

TRAITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

par F. LIEGEOIS

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. XXVI - 926 pp., 3^e édition, 1949.

520,00

LA FERTILISATION DU SOL ET LES ENGRAIS

par R. MEURICE

Docteur en Sciences,

Directeur de la Station de Chimie et de Physique Agricoles de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8° ill., 280 pp.

60,00

TRAITE D'ECONOMIE RURALE

par A. DELOS

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

Tome I : La Terre, 1 vol. in-8°, 280 pp., 25 fig.,

br. 50,00

Tome II : Le Capital d'exploitation, 1 vol. in-8°, 372 pp.,

Epuisé

PRECIS DE DROIT VETERINAIRE

par F. LIEGEOIS

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. in-8°, 332 pp.,

br. 60,00

TRAITE COMPLET D'AVICULTURE

par J. LAHAYE, J. MARCQ et E. CORDIEZ

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. *Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, 660 pp., 219 fig., 9 hors-textes en quadrichromie, br. 375,00

LE CHEVAL

par J. MARCQ et J. LAHAYE

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. *Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.*

Tome I : Extérieur du Cheval, 304 pp., 193 fig. br. 175,00

Tome II : Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration.
En réimpression.

LA CANNE A SUCRE AUX ANTILLES FRANÇAISES

par J. GUILLAUME

Ingénieur, Chef de Fabrication aux Antilles.

1 vol. in-8°, IX-215 pp., fig.

br. 56,00

ELEMENTS DE PATHOLOGIE VEGETALE

appliquée à la Phytotechnie

par Em. MARCHAL

Professeur émérite à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

P. MANIL et R. VANDERWALLE

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. *Chargé de cours à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, XXIV-540 pp., 205 fig.

br. 290,00

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

Les bases scientifiques de la Phytotechnie

par Em. MARCHAL

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XVI - 344 pp., 131 fig.

br. 225,00

TRAITE DE SYLVICULTURE

par A. POSKIN

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 532 pp., 166 fig.

br. 260,00

A TRAVERS LES FORETS DE PINSAPPO D'ANDALOUSIE

Etude de Dendrologie, de Sylviculture et d'Entomologie forestière.

par A. BARBEY

Expert forestier, Docteur ès-Sciences.

1 vol. in-8°, 110 pp., 41 pl.,

br. 40,00
